RECHERCHES

MOUVEMENTS RÉFLE[illegible]

JULES CAYRADE

PARIS

ADRIEN DELAHAYE, LIBRAIRE-ÉDITEUR

1864

RECHERCHES

CRITIQUES ET EXPÉRIMENTALES

SUR LES

MOUVEMENTS RÉFLEXES

PAR

JULES CAYRADE

Docteur en médecine, à Décazeville (Aveyron).



PARIS

ADRIEN DELAHAYE, LIBRAIRE-ÉDITEUR

PLACE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE

1864

Paris. Imp. PILLET fils aîné, rue des Grands-Augustins, 5.

A MON MAITRE

A MON EXCELLENT AMI

M. LE D[r] LIÉGEOIS

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris

A M. PROSPER MARUEJOULS

Médecin en chef des houillères et fonderies de l'Aveyron,
à Décazeville.

Hommage de respect et de reconnaissance

RECHERCHES

CRITIQUES ET EXPÉRIMENTALES

SUR

LES MOUVEMENTS RÉFLEXES



HISTORIQUE

> Aux exemples que ie tire céans de ce que i'ay leu, ouï, faict ou dict, ie me suis deffendu d'oser altérer iusques aux plus legières et inutiles circonstances : ma conscience ne falsifie pas un iota : mon inscience, ie ne sçay.
>
> MONTAIGNE. (*Essays*, chap. XX.)

La découverte de la force excito-motrice de la moelle épinière ne date que du commencement de ce siècle ; cependant les faits sur lesquels les physiologistes modernes se sont appuyés pour admettre cette force, cette puissance de réactivité, étaient déjà connus depuis longtemps. Désignés sous le nom de *sympathie* par les Grecs, dénommés *consensus* par les latins, ils avaient de tout temps attiré l'attention des médecins.

Sous le nom de sympathie les anciens désignaient : le rapport qui existe entre deux organes plus ou moins éloignés et qui fait que l'affection du premier se transmet secondairement aux autres. Ils appelaient aussi sympathie l'harmonie qui existe entre nos organes, la solidarité qui les relie,

en vertu de laquelle la souffrance de l'un retentit sur les autres et affecte l'ensemble de l'économie.

Rien d'étonnant, d'après le vague de ces définitions, que des faits n'ayant entre eux aucun rapport, aient été rangés dans la classe des sympathies. Aussi, à côté des phénomènes qui sont aujourd'hui dans le domaine de l'action réflexe, en trouve-t-on beaucoup d'autres qui en diffèrent totalement, sont soumis à d'autres lois et reconnaissent d'autres causes.

La toux survenant à la suite d'une excitation des bronches, le vomissement, suite d'une irritation de la luette, l'éternuement, les convulsions éclamptiques, le tétanos, sont des exemples de sympathies et sont aussi des types d'action réflexe ; mais la pleurésie consécutive à la pneumonie, l'ascite dépendant d'une affection du foie, le tenesme dans les dyssenteries, étaient rangés aussi à côté des premiers. Le mot sympathie était appliqué aux uns comme aux autres, aussi ne doit-on pas s'étonner de la multiplicité des théories qui furent proposées pour expliquer des faits aussi dissemblables.

Les grands systèmes de l'économie furent tour à tour invoqués. Le tissu cellulaire fut d'abord regardé comme l'agent des sympathies, la facile communication des humeurs au travers de ses mailles parut une cause suffisante. Le système vasculaire fut aussi considéré comme l'agent des sympathies ; les anastomoses et les faciles communications par l'intermédiaire des réseaux capillaires, sa distribution générale, le firent adopter, et c'est par l'intermédiaire des veines épigastriques et mésarraïques que Galien expliquait la sympathie entre l'utérus et les mamelles. Mais beaucoup de phénomènes échappaient à cette théorie ; aussi invoqua-t-on tour à tour la continuité des tissus, la ressemblance des organes quant à la structure et à la fonction physiologique.

Toutes ces théories d'alors, proposées comme explication générale, restèrent comme explication partielle, et, frappés de leur insuffisance, les auteurs s'attachèrent à rechercher les sympathies, à les décrire avec détail sans en rechercher la cause. Cet état de choses dura jusqu'au XVIIe siècle.

A cette époque l'anatomie du système nerveux était à peu près complétement connue; quelques-unes de ses propriétés physiologiques étaient entrevues : les relations de ce système avec tout l'ensemble de l'économie, sa propriété de transmettre la sensation et de produire le mouvement, le désignaient comme agent de la sympathie. Aussi fut-il investi de cette nouvelle puissance et regardé comme l'unique cause du consensus.

Cette idée, proposée par André Dulaurens, formulée par Ettmuller, fut surtout développée par Willis. Vieussens contribua beaucoup à la populariser. Dès lors, on travailla avec une nouvelle ardeur à la recherche des filets nerveux dans l'intérieur de nos tissus. Les anastomoses des nerfs furent l'objet de nombreuses investigations, mais c'est sur le nerf intercostal que se concentra l'attention; ses anastomoses avec les nerfs de la vie de relation furent surtout étudiées, et le nom de *grand sympathique*, qui lui fut alors donné, indique bien le but de ces nombreuses recherches, et le rôle qui lui était assigné. Le trijumeau fut l'objet des recherches spéciales de Willis, entreprises dans le but d'expliquer les sympathies, de telle sorte que cette erreur physiologique eut pour heureuse conséquence la connaissance presque complète de l'anatomie du système nerveux.

Cette théorie, connue aujourd'hui sous le nom de théorie des anastomoses, a bien plus d'extension que sa désignation ne le fait supposer. Constatons tout d'abord que c'est à la périphérie du système nerveux que se faisait la transmission des sympathies; le système nerveux central n'y entrait

en aucune façon. Cette transmission pouvait s'opérer de trois manières différentes :

1° Continuation des fibres nerveuses;

2° Contiguité des nerfs;

3° Communication par des nerfs intermédiaires, c'est-à-dire par des anastomoses.

Comme on peut le comprendre, peu de phénomènes sympathiques échappaient à une pareille hypothèse. Aussi, malgré son peu de fondement, fut-elle universellement adoptée. Quant aux mouvements volontaires et involontaires, Willis plaçait dans le cerveau le siége des premiers, tandis qu'il soumettait les seconds à l'influence du cervelet. Vieussens, précédant Bichat de deux siècles, établissait l'indépendance de la vie animale et de la vie organique, et tandis qu'il plaçait dans le cerveau le siége des mouvements volontaires, il plaçait les mouvements involontaires sous l'influence exclusive des ganglions du grand sympathique.

En 1743, Astruc, déjà professeur à Montpellier, venant se faire agréer à l'Ecole de Paris, traita dans sa thèse la question suivante :

Les sympathies dépendent-elles d'un arrangement primitif des fibres nerveuses dans le cerveau? Il fit voir que le genre sympathique comprenait des éléments divers; il les groupa en plusieurs classes, montra quels étaient les phénomènes qui pouvaient s'expliquer par la théorie des anastomoses vasculaires, par la continuité des tissus, la ressemblance anatomique ou physiologique, et forma une classe de sympathies qu'il appela nerveuses, c'est-à-dire reconnaissant le système nerveux comme seul agent. Le passage suivant, que j'ai traduit presque à la lettre, fera voir quel était l'importance qu'Astruc attribuait à cette classe de sympathies. Il sera facile de reconnaître qu'Astruc ne comprenait sous ce

nom que les phénomènes attribués aujourd'hui à l'action réflexe.

« Je ne m'occuperai, dit-il, que de cette espèce de sympathie qui se montre entre deux parties éloignées, qui n'ont entre elles aucune communication des vaisseaux sanguins, aucune similitude dans les humeurs, aucune parité d'usage; cette espèce de sympathie dans laquelle une partie étant stimulée ou en état de souffrance, une autre partie éloignée est sollicitée à la contraction ou bien est ébranlée par des convulsions. Rien n'est plus fréquent que cette sympathie. Dans l'état normal de l'économie, le mouvement rhythmique du cœur, l'alternance des mouvements respiratoires, le clignement des paupières, l'acte de la déglutition, de la défécation, de la mixtion, de l'éjaculation de la semence, de l'accouchement, etc., sont sollicités sympatiquement par des stimuli particuliers et propres à chacun d'eux. Dans l'état anomal, la toux est provoquée par les excitations de la membrane trachéenne ou bronchique, l'éternuement par l'irritation de la cavité nasale. » Dans cette même catégorie, il range aussi les convulsions des enfants à la suite de l'éruption difficile des dents, ainsi que les convulsions histériques. Il démontre que la sympathie d'un organe avec le reste du corps varie avec le point excité et l'intensité de cette irritation. Il attaque la théorie des anastomoses, et prouve qu'elle est inadmissible. Les raisonnements et les faits qu'il invoque à l'appui de son opinion ont été reproduits par tous les auteurs qui ont écrit sur ce sujet.

« Il y en a, dit-il, qui pensent que les sympathies dépendent de la réunion des nerfs, recherchent studieusement, et exagèrent beaucoup les ramifications de la paire vague et du nerf intercostal, afin de l'accommoder à l'explication des sympathies, mais ils se trompent manifestement; car : 1° Il est prouvé qu'il existe beaucoup de parties unies entre elles

par la sympathie et qui reçoivent les nerfs de points complétement distincts par leur origine et leur distribution.

« 2° On ne peut tirer de la théorie des anastomoses aucun argument sérieux, car il est reconnu que les fibres des troncs nerveux marchent parallèlement, sont distinctes dans toute leur étendue et ne communiquent nullement entre elles, comme le prouve la notion des sensations distinctes. »

Enfin, en admettant que cette théorie fût exacte, comment s'expliquer, dit Astruc dans son langage mathématique, que toutes les parties sympathiques entre elles ne le soient pas réciproquement; que deux parties sympathiques à une troisième ne le soient pas entre elles ; comment pourrait-on se rendre compte de la variabilité de la sympathie suivant que le stimulus variera dans sa force, sa nature et l'époque de son application?

Astruc proposa alors une théorie dans laquelle nous voyons apparaître pour la première fois le mot de *réflexion*, qui est encore usité après avoir subi plusieurs changements d'acception. Cette théorie est toute mécanique; mais il faut, dans l'appréciation que l'on porte sur elle, se mettre en lieu et place de l'auteur et remarquer l'époque à laquelle il écrivait. Or, à cette époque, si, grâce aux travaux de Willis, de Vieussens, etc., l'anatomie descriptive du système nerveux était complétement connue, il n'en était pas de même de sa structure et de ses propriétés physiologiques. Voici en peu de mots quelle était l'opinion régnante. Le cerveau est formé par des cellules très-petites, pressées les unes contre les autres et interceptant des espaces remplis par des colonnes, des fibres tendineuses (Columellæ seu fibræ tendineæ). Les tubes nerveux viennent déboucher vis-à-vis des colonnes contre lesquelles frappent alors les esprits animaux dont le flux et le reflux produisent le sentiment et le mouvement. C'est avec ces notions qu'Astruc devait construire sa théo-

rie. Alors il supposa que les impressions extérieures mettent en mouvement les esprits animaux, qui, refluês dans le tube nerveux, viennent frapper une des colonnes du cerveau; là ils sont *réfléchis* suivant un angle égal à l'angle d'incidence, vont porter un ébranlement, et, comme conséquence, le mouvement dans un tube nerveux placé sur la ligne de réflexion. Suivant que les esprits réfléchis viendront frapper le tube nerveux directement (à plein canal) ou obliquement, la sympathie, quoique provenant d'un même point, sera différente. Enfin l'intensité du stimulus, la force avec laquelle coulent les esprits, faisant varier, d'après lui, l'angle de réflexion, donnera lieu à une sympathie différente, quoique ce soit sur le même organe qu'ait porté l'impression première.

Quoi qu'il en soit de cette théorie, fausse au point de vue physiologique et physique, il faut bien remarquer qu'Astruc eut le mérite de fonder la classe des sympathies nerveuses et d'en placer la cause première dans le système nerveux central. Mais, malgré ses louables efforts, la théorie des anastomoses continua à régner en souveraine, et nous voyons même dans les écrits de Haller se perpétuer la même confusion, les mêmes errements.

Haller[1] écrivit peu sur les sympathies; il se contenta de les énumérer et de citer sans les discuter les idées des auteurs qui l'avaient précédé. Il semble placer dans le cerveau la cause de la sympathie générale, des convulsions; mais lorsqu'il s'agit d'effets plus limités, il se rallie complétement à la théorie des anastomoses. Ainsi la glande lacrymale, dit-il, pleure lorsque la cornée ou la conjonctive est irritée, quoique ces parties soient éloignées l'une de l'autre, mais *c'est le même* nerf pour l'une et pour l'autre. La douleur,

1. *Elementa physiologiæ.* Haller, 1762, t. III.

l'inflammation, passent d'un œil à l'autre, mais ses nerfs sont unis.

Quant à l'idée générale sur les phénomènes de la vie organique, on sait quelle puissance d'action Haller accordait à son irritabilité, et nul doute qu'il n'ait rapporté à cette cause beaucoup d'exemples de mouvements réflexes observés sur les animaux décapités ? Dans tous les cas ses adeptes, Fontana entre autres, ont commis cette erreur. Haller ne regardait la moelle que comme le faisceau terminal de tous les nerfs de l'économie, et ses phénomènes de centralité lui étaient complétement inconnus. Cependant déjà on connaissait beaucoup d'exemples de mouvement opérés par des animaux après l'extirpation du centre cérébral. Purchas, Zimmermann et beaucoup d'autres avaient étudié ces phénomènes chez les insectes et les oiseaux. Redi les avait décrits chez la tortue, et Whytt, dans ses essais de physiologie, avait montré que des grenouilles décapitées pouvaient exécuter des mouvements étendus, qu'il regardait comme produits par le système nerveux. Haller connaissait bien tous ces exemples, mais il ne pensait pas qu'on pût en faire l'application aux animaux supérieurs. « Chez les animaux inférieurs, dit-il, la moelle est plus grande que le cerveau, et on doit lui accorder plus d'importance. »

Robert Whytt [1], le célèbre adversaire de Haller, fut le premier à reconnaître que la moelle jouissait des mêmes prérogatives que le cerveau, quant à la sensation et au mouvement. Accordant à la moelle le pouvoir de sentir les impressions, de les juger pour agir de telle ou telle manière, il plaça le siége des sympathies dans la moelle épinière et à l'origine des nerfs ; et sous le nom de *sensorium commune*

1. *Les vapeurs et les maladies nerveuses.* Trad. franç. de Lebègue de Presle. Paris, 1767, t. I.

il désigna l'axe cérébro-spinal tout entier. Robert Whytt sépara complétement ces phénomènes de ceux qui dépendent de l'irritabilité. Il s'attacha à prouver que toute sympathie dérive de la moelle épiniére et que les anastomoses nerveuses ne sont d'aucune utilité dans ce mécanisme. Au moyen des mêmes arguments dont s'était servi Astruc, il prouva que cette théorie était inadmissible, mais il s'appuya aussi des expériences directes. Les mouvements qu'il étudia sont bien des mouvements réflexes. « Toute sympathie, dit-il, tout consensus, suppose du sentiment et, conséquemment, ne peut se faire que par la médiation des nerfs, qui sont les seuls instruments au moyen desquels s'opère la sensation. On peut, à ce qu'il me semble, donner une démonstration complète de cette proposition par les expériences suivantes : Lorsqu'on blesse les doigts du pied de derrière d'une grenouille, immédiatement après lui avoir coupé la tête, ou il ne se fait aucun mouvement dans les muscles de la jambe, ou du moins il est infiniment petit. Mais quand on serre fortement un des doigts du même animal, ou qu'on le blesse avec un canif dix ou quinze minutes après que la tête a été coupée, il survient pour l'ordinaire les plus fortes convulsions non-seulement dans les jambes et les cuisses, mais encore dans le tronc ou le corps proprement dit ; la grenouille s'agite de façon à changer de place. » Robert Whytt explique cette différence d'action, suivant que l'excitation est faite immédiatement ou quinze minutes après la décapitation, en disant que dans le premier cas l'animal souffre une trop grande douleur qui empêche la réaction, tandis que dans le second la douleur est tellement diminuée qu'elle n'empêche pas l'animal de sentir très-vivement lorsqu'on blesse les doigts. Pour la production de ces phénomènes, la moelle épinière est absolument indispensable, et sa destruction les abolit complétement, ne laissant subsister que les phénomènes

d'irritabilité [1]. « Lorsqu'on pique quelques-uns des muscles des membres d'une grenouille, dit-il, la plupart des muscles de la jambe et de la cuisse entrent en contraction, même après qu'on a coupé la tête à cet animal, pourvu que la moelle de l'épine soit restée entière. Mais lorsque cette substance médullaire est détruite ou emportée, les fibres du muscle que l'on a irrité ont, à la vérîté, un faible tremblement, mais les muscles environnants demeurent dans un repos parfait. »

Robert Whytt insista beaucoup sur la différence des mouvements sympatiques suivant le point touché, la nature du stimulus, et expliqua les réactions produites par la différence des sensations éprouvées par la moelle. De telle sorte que, d'après lui, si une irritation ressentie par les nerfs de la face n'occasionne pas de mouvements convulsifs des muscles respiratoires analogues à celui dont l'éternuement est l'effet, c'est parce qu'elle ne fait pas naître cette espèce particulière de sensation que produit une substance irritante appliquée aux narines. Il admet bien les sympathies cérébrales, mais il fait remarquer qu'il se passe là un acte intermédiaire dépendant du cerveau; et s'il les admet, ce n'est que par harmonie générale et parce que l'impression passe par un nerf, soit l'optique soit l'olfactif. D'après lui, ces phénomènes sympathiques sont en rapport avec la conservation de l'individu, comme le prouve la contraction de la pupille sous l'influence d'une lumière trop forte, le clignement des paupières lorsqu'un corps menace de blesser l'œil, la sécrétion abondante des larmes et de la salive sous l'influence de causes irritantes placées sur l'œil ou dans la bouche, etc.; mais il ne fit pas de ce caractère la règle des mouvements réflexes, puisqu'il cite des exemples dans lesquels cette réaction est plutôt nuisible qu'utile.

1. *Loc. cit.*, p. 314.

On doit reconnaître que Robert Whytt avait déjà beaucoup fait pour cette question; il avait précisé les faits, renversé complétement la théorie des anastomoses, doué de la moelle de la puissance de réaction, et Prochaska, qui vint après lui, ne fit que développer le programme qu'il lui avait laissé.

Nécessité d'une impression qui est transportée à la moelle, réaction de la part de celle-ci, mais réaction active, sorte de jugement qui détermine un mouvement en rapport avec la sensation éprouvée par la moelle, telle est l'idée de Robert Whytt, que nous verrons adoptée jusque dans les temps les plus rapprochés de nous. Il est important de remarquer qu'il n'attribua à la moelle aucune spontanéité.

En 1780, Prochaska[1] étudia cette question. Sous beaucoup de rapports, il profita des travaux d'Astruc et de Robert Whytt empruntant à Astruc l'idée de la réflexion, et à Whytt, ses travaux sur les phénomènes de centralité de la moelle; mais il précisa mieux les faits et créa une deuxième théorie de l'action réflexe. M. Longet, dans son *Traité de physiologie*, a revendiqué pour Prochaska la priorité de la découverte des mouvements réflexes; mais il est facile de voir que tous les faits décrits par Prochaska avaient été vus par Robert Whitt.

Prochaska précisa la marche de l'impression au travers du sytème nerveux. Il fut le premier à dire que, transmise par les nerfs sensitifs, l'impression était réfléchie sur les nerfs moteurs correspondants. Son opinion diffère notablement de celle de Robert Whytt. Tandis que celui-ci, s'appuyant sur la variabilité de la sympathie consécutive à des irritations diverses, donne à la moelle le pouvoir de juger les impressions; Pro-

1. Prochaska. *Operum minorum anat. physol. et path. argum.* Viennæ, 1800. — Commentatio de functionibus systematis nervosi, cap. IV.

chaska, au contraire, s'appuyant sur ce qu'elles sont fatales, conclut à une disposition des fibres nerveuses préétablie dans la moelle, sorte de route que l'impression est obligée de suivre, et dont elle ne peut s'écarter; de là, mouvement déterminé, certain et coordonné en vue de la conservation de l'individu, établissant ainsi, comme condition nécessaire, ce que Robert Whytt n'avait, avec raison, énoncé que comme un fait général.

Nous voyons que déjà l'action réflexe est reconnue et que deux théories sont en présence : l'une faisant dériver les mouvements réflexes de la sensation, et l'autre d'une disposition particulière des fibres nerveuses dans la moelle épinière.

Malgré les travaux que nous venons de signaler, en France l'opinion générale regardait le cerveau seul comme la source de tous les mouvements. Le traité de Legallois, publié en 1812 sous le nom d'*Expérience sur le principe de la vie*, est la réfutation de cette idée trop exclusive. Accordant une large part au cerveau dans les phénomènes de la vie, admettant que c'est lui qui détermine tous les actes des fonctions animales, Legallois soutient que le principe des mouvements ne se trouve pas dans le cerveau. C'est le cerveau qui *règle, coordonne* les mouvements, les approprie à un but qu'il a déterminé ; mais c'est dans la moelle épinière que se trouve la source de tous les mouvements volontaires. Telle est l'idée qui a servi de base à Legallois. Cet ouvrage, qui eut un grand retentissement, imprima une nouvelle direction aux études physiologiques, en dotant la moelle d'une prérogative dont jouissait alors exclusivement le cerveau; mais je ne puis m'empêcher de constater que Legallois est tombé dans l'erreur en avançant que les animaux réduits à leur moelle pouvaient exécuter des mouvements volontaires spontanés. Si ses travaux ont souvent été méconnus, il me

semble que, pour la question qui m'occupe, on lui a attribué un rôle auquel il n'a pas droit. J'examinerai plus loin sous quel rapport il a apporté des notions vraies et qui, malgré leur exagération, ont une grande importance. Ici, je rechercherai si les travaux de Legallois ont ajouté quelque chose aux notions précédemment acquises, en me servant à peu près des mêmes citations sur lesquelles se sont appuyés les auteurs qui ont revendiqué pour lui un titre à cette découverte, et qui me paraissent susceptibles d'une interprétation toute différente.

« Lorsqu'on a décapité une salamandre sur les premières vertèbres, dit-il, elle peut continuer à vivre plusieurs jours; mais quoiqu'elle fasse mouvoir son corps et ses membres avec autant de force qu'il en faudrait pour se transporter d'un lieu à un autre, elle reste en place; si l'on examine tous les mouvements qu'elle fait, ont voit qu'ils sont *déréglés et sans but*. Elle meut ses pattes en sens contraire, les unes sur les autres, en sorte qu'elle ne peut avancer, ou que, si elle fait un pas en avant, elle en fait un autre à reculons. On observe la même chose sur les grenouilles décapitées... Si on les place sur le dos, elles s'agitent parfois pour changer de situation; mais elles y restent, parce qu'elles ne savent plus faire les mouvements convenables pour se remettre sur le ventre [1]. »

Il est vrai que Legallois fait remarquer que ces animaux font peu de mouvements, à moins qu'on ne les touche; mais il n'en est pas moins vrai qu'il admet la possibilité des mouvements spontanés. Le phénomène qui le frappe le plus, c'est l'incoordination des mouvements. Ainsi, parlant d'une grenouille sur laquelle il avait pratiqué la section de la moelle épinière à l'occiput, il fait remarquer que « l'animal

1. *Œuvres complètes de Legallois*, p. 15, t. I, 1830. Revu par Pariset.

est absolument comme s'il avait été décapité ; il ne sait plus gouverner ses mouvements. »

D'après lui, le cerveau augmente l'énergie des mouvements, qui sont toujours plus faibles chez un animal décapité. D'après ces diverses constatations : persistance du mouvement volontaire, et mouvement plus faible après la décapitation ou la section de la moelle, il me semble que Legallois pratiquait mal l'opération, et qu'il laissait tout le bulbe, ou du moins une partie, adhérer à la moelle. Tout le monde sait que chez les grenouilles le bulbe descend de beaucoup au-dessous de l'occipital ; or, après les sections de ce genre (laissant le bulbe intact), on observe une diminution de la sensibilité générale, et une faiblesse notable dans les mouvements *encore volontaires*, qui contrastent singulièrement avec l'exagération de la sensibilité, la rapidité et l'énergie des mouvements réflexes chez les grenouilles qui ont subi la section de la moelle épinière au-dessous du bulbe rachidien. Les conclusions de Legallois s'adressant au cas du premier genre, ne peuvent, en aucune façon, convenir à ceux du deuxième. En effet, pour lui, les mouvements sont si bien *volontaires*, qu'il s'étonne de la paralysie de tout un côté du corps, produite par des causes qui n'ont affecté que le cerveau.

« Quand bien même on n'apercevrait aucun moyen de concilier ces faits avec mes expériences (p. 21), il n'en demeurerait pas moins vrai, d'une part, qu'une affection bornée uniquement au cerveau, peut ôter le sentiment et le mouvement volontaire à la moitié du corps, et de l'autre, que le sentiment et le mouvement volontaire peuvent subsister et être entretenus chez un animal décapité. »

Legallois distingua ces mouvements de ceux qui dépendent de l'irritabilité ; il montra que les effets de l'irritabilité étaient bornés aux muscles touchés, que les mouvements

déterminés par l'irritation d'un nerf ne se passaient que dans les muscles auxquels ce nerf se distribue, tandis que ceux qui dépendent de la moelle ne sont pas aussi localisés, puisqu'il suffit de toucher un point quelconque de la peau pour déterminer des mouvements dans tout le corps; mais il fait intervenir un élément nouveau de distinction. Les effets du premier ordre ont besoin d'un stimulus pour se manifester; pour produire ceux du second, le stimulus n'est pas une condition nécessaire; car, d'après lui, la grenouille se meut spontanément et sans aucune irritation (p. 51).

On voit, d'après ces citations, que l'on me reprochera peut-être d'avoir trop multipliées, mais qui me paraissaient nécessaires pour bien établir l'idée première de Legallois; on voit, dis-je, que Legallois n'a rien fait spécialement en vue des phénomènes réflexes, et qu'au contraire ses idées auraient retardé la solution du problème que Whytt et Prochaska avaient déjà posé en termes très-explicites, si, par le fait de leur exagération, elles n'avaient été le point de départ de nouvelles recherches. Cependant, il ressort de ses travaux des faits importants que je vais signaler.

Whytt et Prochaska avaient reconnu le rôle de la moelle toute entière comme centre. Legallois démontra par des vivisections que chaque partie de la moelle épinière jouissait des mêmes propriétés que le tout, et c'est là son plus beau titre de gloire. J'ajouterai que, dans ces faits, il a complétement raison, et que l'évidence des résultats lui a suggéré des restrictions dont on doit lui tenir compte, mais qui sont en désaccord avec ses précédentes affirmations. Lorsque, d'après la remarque de Legallois, on a divisé la moelle épinière chez un lapin, à la hauteur de la dernière vertèbre dorsale, « il n'y a plus de rapport de sentiment ni de mouvement entre les parties antérieures et les parties postérieures à la section de la moelle, c'est-à-dire que, si l'on

pince la queue ou bien une des pattes postérieures, tout le train de derrière s'agite, mais celui de devant n'en paraît rien ressentir, et il ne bouge pas. Réciproquement, si l'on pince une oreille ou une des pattes de devant, les parties antérieures s'agitent, mais les postérieures demeurent tranquilles ; en un mot, la section de la moelle a évidemment établi chez le même animal deux centres de sensations bien distincts et bien indépendants l'un de l'autre ; l'on pourrait même dire deux centres de volonté, si les mouvements que fait le train de derrière, quand on le pince, supposaient la volonté de se soustraire au corps qui le blesse. »

Legallois démontra que la vie de chaque partie dépend uniquement de la portion de moelle épinière dont elle tire ses nerfs, et surtout de la portion de substance grise correspondante. Le rôle du sang fut aussi l'objet de ses études ; il fit voir de quelle utilité était ce liquide pour l'intégrité des propriétés physiologiques de la moelle, d'où la conservation de ses propriétés en pratiquant l'insufflation pulmonaire. Il attira l'attention des expérimentateurs sur l'influence des âges, et démontra que, si les animaux les plus jeunes résistent plus longtemps aux mutilations, pour l'observation des phénomènes qui sont sous la dépendance du système nerveux, ils le doivent à leur résistance plus grande à l'asphyxie.

Lallemand[1] confirma l'opinion de Legallois et démontra, par des observations d'anencéphales, le rôle de la moelle par rapport aux phénomènes de la vie organique. Dans sa thèse inaugurale, il cite un fœtus acéphale qui exerçait des mouvements de succion toutes les fois qu'on plaçait un corps entre ses lèvres, qui exécutait des mouvements assez éten-

1. Observations pathologiques propres à éclairer plusieurs points de physiologie. (Dissert. inaug.) Paris, 1818, n° 165, p. 53.

dus des membres thoraciques et abdominaux, et fléchissait ses doigts lorsqu'on lui mettait un corps étranger dans la paume de la main. Les conclusions que Lallemand tira de ces observations sont très-remarquables, et établissent bien l'influence de la moelle épinière.

« Ces observations suffisent pour prouver que le cerveau n'est pas la source unique de la puissance nerveuse, comme le croyait Haller, ni le centre unique du système nerveux de la vie animale, comme le pensait Bichat. Elles prouveraient encore, si cela avait besoin d'être prouvé aujourd'hui, que les mouvements indépendants de la volonté ne sont pas sous l'influence du cervelet. Il en résulte, enfin, comme conséquence immédtate, que les organes qui reçoivent leurs nerfs de la moelle allongée et de la moelle épinière y puisent *directement* la puissance nerveuse qui les anime, tandis que c'est du cerveau que partent les déterminations de la volonté..... La respiration, la déglutition, la sensibilité et le mouvement ont existé chez ces fœtus, malgré l'absence du cerveau et du cervelet. Aucune objection ne peut empêcher d'en conclure que ces fonctions sont indépendantes de ces organes ; que, par conséquent, la moelle allongée et la moelle épinière ne puisent, ni dans le cerveau, ni dans le cervelet, la puissance nerveuse animant les parties qui en reçoivent des nerfs. »

Fodéré, en 1822, reprenant les expériences de Rolando sur le cerveau et le cervelet, remarqua les mouvements qu'exécutent les animaux que l'on a réduits à leur moelle épinière ; il pratiqua des sections transversales de la moelle sur des oiseaux et observa que les mouvements obtenus par le pincement des pattes étaient involontaires, qu'ils augmentaient en énergie sous l'influence des irritations, et que la destruction de la moelle les abolissait complétement.

Dans ses recherches sur la structure, les fonctions et le

ramolissement de la moelle épinière, Calmeil[1] étudia la moelle au point de vue des phénoménes de centralité. Profitant des travaux de Legallois, il n'exagéra pas autant le rôle de la moelle; et de ses expériences il ressort clairement que les mouvements chez les animaux décapités ne sont pas spontanés et demandent une excitation. Ses expériences furent très-variées, portèrent sur des insectes, des oiseaux et des mammifères; il généralisa l'action réflexe et montra que cette propriété de la moelle appartient à tous les animaux, même à l'homme. Son idée se rapproche beaucoup de celle de Whytt. Il prouva, après Legallois, que cette faculté de réaction est répartie dans tous les points de la moelle épinière.

« Cette faculté de la moelle, dit-il, est probablement répartie dans tous ses points, car nous avons vu que, lorsque les agacements portaient sur la partie antérieure du tronc, c'était la portion de moelle qui anime les membres thoraciques qui recueillait seule l'impression, de sorte que le mouvement éclatait dans les seuls membres antérieurs. Au contraire, nous avons vu d'autres fois les impressions se concentrer dans la portion de moelle qui anime les membres pelviens. Ainsi, il paraît incontestable que l'on peut établir, par des vivisections, sur un même animal, différents foyers de sensibilité où les impressions sont recueillies sans le concours du cerveau, et tout à fait à l'insu de ce que nous appelons le moi, devenant ainsi, suivant l'expression de M. Fray, une sorte de cerveau épinière. »

D'après Calmeil, ces mouvements sont des contractions analogues à celles que produit l'animal pendant la vie, et se reproduisant à chaque excitation, l'animal restant inerte pendant l'intervalle.

1. *Journal du Progrès*, 1828, t. XI.

De toutes ses expériences, Calmeil conclut que :

1° « Chez les insectes, la présence du ganglion qui représente le cerveau n'est pas d'une nécessité absolue au sens du toucher, et qu'après la décapitation, les autres ganglions sont aptes à recevoir les impressions qui ont lieu pendant quelque temps à la périphérie du tronc et des membres. » Cette opinion a été confirmée par Dugés sur la mante religieuse, et par M. Yersen sur les orthoptères.

2° « La moelle épinière des reptiles, des jeunes oiseaux et des mammifères semble également susceptible, après l'enlèvement du cerveau, d'être modifiée par nos irritations, de les sentir, et, par suite, d'ordonner les mouvements calculés et durables, qu'il ne faut pas confondre avec les secousses convulsives de l'irritabilité. »

Les mouvements qu'il a observés chez les animaux sont bien de véritables mouvements réflexes, puisqu'il les assimile à ceux que déterminerait une irritation faite aux téguments chez un homme dont un coup de feu aurait interrompu la continuité de la moelle. « Dans ce cas, dit-il, l'intelligence est pleine et entière, le malade ne perçoit aucune sensation douloureuse lorsqu'on pince ou l'on brûle la peau de ses jambes; cependant il survient, sous l'influence de ces excitations, des mouvements musculaires légers, mais réguliers, non convulsifs, qu'il faut attribuer à un ébranlement, à une modification de la moelle épinière. »

Pour Calmeil comme pour Robert Whytt, les mouvements de ce genre étaient le résultat d'une sensation perçue par la moelle.

En 1823, Herbert Mayo confirma ces résultats, adoptant l'opinion de Prochaska quant à la transmission de l'impression; il démontra que les mouvements de la pupille sous l'influence de la lumière devaient être considérés comme de

nature réflexe, puisqu'ils se produisent en excitant le bout central chez les animaux dont on a coupé le nerf optique.

Telle était, en 1835, l'état de cette question. Les faits étaient biens connus, mais ils restaient isolés et pour ainsi dire perdus. Aussi, lorsque parurent simultanément les recherches de Muller et de Marshall-Hall, il sembla que le monde scientifique venait de faire une nouvelle conquête. Je ne chercherai pas à qui revient la priorité, car les faits existaient déjà; et quant aux théories qu'ils proposèrent, elles diffèrent complétement l'une de l'autre. Muller et Marsall-Hall constituèrent l'action réflexe en question spéciale; ils réunirent les faits isolés, les groupèrent, et envisagèrent la question sous tous ses points de vue.

Muller[1], comme Prochaska, admet que c'est dans la moelle que se passe le phénomène de réflexion des fibres sensitives sur les fibres motrices, mais il admet dans cette moelle d'autres voies par lesquelles se propage l'action réflexe, et pour lui l'impression ne passe pas toujours de la fibre sensitive à la fibre motrice correspondante. Il faut, suivant lui, distinguer deux sortes d'effets réflexes :

1° Les effets simples, c'est-à-dire à réaction limitée, comme le clignotement des paupières sous l'influence d'une excitation, la contraction du bulbo et de l'ischio-caverneux provoquée par l'irritation des nerfs du pénis;

2° Les effets composés, dans lesquels la réaction est plus étendue, plus généralisée; et dans cette catégorie il fait rentrer la toux, l'éternuement, le hoquet, les convulsions générales. D'après ses recherches, lorsque l'impression arrive à la moelle épinière, le mouvement ne se transmet pas à l'organe tout entier, mais il a une tendance à se communiquer

1. Muller, *Manuel de phys.*, p. 618, 1 vol. 1845.

à ceux des nerfs moteurs dont l'origine se rapproche le plus de celle des nerfs sensitifs irrités. — « La voie la plus facile pour le courant, ou l'oscillation, est celle de la racine postérieure du nerf ou de quelques-unes de ses fibres primitives, à la racine antérieure de ce nerf ou aux racines antérieures de plusieurs nerfs voisins. En d'autres termes, toute excitation née du pouvoir moteur de la moelle épinière par un nerf de sentiment, ne stimule d'abord et immédiatement de manière à lui faire déterminer des convulsions, que la portion de cette moelle qui donne origine aux nerfs sensitifs, et l'excitation, tant d'autres parties de cette moelle que des nerfs moteurs qui en partent, diminue à mesure qu'on s'éloigne du point sur lequel a porté la stimulation du nerf de sentiment. »

Remarquant que les mêmes effets, les mêmes mouvements pouvaient être obtenus à la suite d'une stimulation sur des points différents, il admit des routes plus faciles de transmission entre différents nerfs, reconnaissant implicitement des arrangements entre les fibres nerveuses, préétablis lors de la formation première. Muller étudia les phénomènes de réflexion du grand sympathique, que personne n'avait encore décrits, et crut trouver un caractère distinctif de ceux-ci, en observant que les fortes irritations faites sur la muqueuse du canal intestinal déterminaient l'entrée en jeu de la fonction respiratoire, tandis que les irritations bornées à la périphérie du corps ne déterminaient que des effets portant sur la vie de relation. Alors il admet qu'une plus grande facilité de transmission doit être préétablie dans la moelle allongée et épinière entre les nerfs sensitifs des membranes muqueuses et les nerfs de la respiration, tandis que les nerfs rachidiens sont exclus de cette harmonie. Nous examinerons plus loin ce qu'il faut penser d'une distinction aussi radicale.

Muller prouva le premier, par une expérience directe, qu'il peut y avoir une réaction du grand sympathique sur les nerfs de la vie de relation, car en irritant les filets du plexus solaire il détermina une contraction dans les muscles de la paroi abdominale du même côté.

Quant au rôle de la sensation en général, il admet qu'elle peut accompagner l'action réflexe, mais il montre qu'elle n'est pas indispensable, et que la plupart des mouvements réflexes physiologiques ont lieu sans conscience. Whytt avait accordé à la moelle les pouvoirs de juger les impressions et de baser pour ainsi dire la réaction sur la sensation éprouvée. Muller n'admet pas cette idée d'une manière générale, et il ne pouvait pas l'admettre, puisque, d'après lui, les mouvements réflexes dépendent d'une harmonie préétablie, d'une communication plus facile entre les fibres nerveuses. De telle sorte que son opinion est intermédiaire entre celle de Whytt et de Prochaska.

Marshall-Hall se sépara complétement des auteurs précédents, autant par la manière dont il envisagea la question que par les termes dont il se servit. Le physiologiste anglais publia ses idées pour la première fois en 1833 dans les Transactions philosophiques, puis en 1837, dans un Mémoire sur le système nerveux ; enfin, en 1855, il a fait imprimer en français un Aperçu du système spinal[1], où il a exposé toute sa doctrine sur l'action réflexe. Je ne m'étendrai pas longtemps sur le système qu'il proposa ; je rechercherai seulement s'il a apporté à la science quelques faits nouveaux, et quelle influence eurent ses idées. Et tout d'abord, faisant table rase du passé, sans aucun respect pour ceux qui l'avaient précédé dans cette étude, Marshall-Hall s'attribue, avec un orgueil tout britannique, la gloire de

1. *Aperçu du système spinal*, par Marshall-Hall. Paris, 1815.

cette importante découverte, n'admettant pas même l'illustre Jean Muller à y participer. Sous l'inspiration des beaux travaux de M. Flourens, Marshall-Hall rejette l'expression de système cérébro-spinal, qu'il regarde comme un contre-sens physiologique, et admet un *sous-système cérébral* et un *sous-système spinal.* — Le premier, comprenant le cerveau, le cervelet, les nerfs des sens et les nerfs conducteurs de la volonté, est *inexcito-moteur.* Le deuxième, comprenant ce qu'il appelle vraie moelle épinière, est *excito-moteur* au plus haut degré. Les phénomènes de mouvement du sous-système cérébral sont spontanés, tandis que ceux du sous-système spinal sont tous excités : Indépendance complète au point de vue physiologique et anatomique des actes volontaires et des actes réflexes, telle est l'idée de Marshall-Hall. La vraie moelle épinière, qui n'est autre chose que la substance grise de la moelle, jouit d'une force qu'il nomme excito-motrice, et qui tient sous sa dépendance des nerfs spéciaux affectés aux actions réflexes. Cette substance grise est le centre à travers lequel s'unissent deux espèces de nerfs : les uns apportant des excitations périphériques, et qu'il nomma successivement centripètes, incidents, eisodiques; les autres, transmettant le mouvement aux muscles, et qu'il appela centrifuges, réflexes, exodiques; chaque paire de nerfs formant ainsi à travers la moelle un arc diastaltique, et il y a pour lui autant d'arcs diastaltiques que d'actions réflexes possibles. Tel est en résumé le système de Marshall-Hall, et c'est sur cette hypothèse des nerfs *eisodiques* et *exodiques* qu'ont porté tous les éloges et les critiques souvent acerbes dont il a été assailli. Marshall-Hall n'a créé que des mots, a-t-on dit; il faut du moins reconnaître que besoin était de termes plus précis que ceux employés jusqu'alors, et, pour seule preuve, je n'invoquerai que la facilité avec laquelle ses termes ont été acceptés par tous les physiolo-

gistes[1]. Mais le véritable mérite du physiologiste anglais c'est d'avoir créé la force excito-motrice comme force complétement indépendante, d'avoir fait connaître ses propriétés, ses lois et les conditions de sa manifestation; c'est de nous avoir appris que cette force pouvait être augmentée, diminuée, atteinte en quelque façon par des substances spéciales telles que la strychnine, le chloroforme, etc.; c'est d'avoir insisté sur ce phénomène capital : la nécessité d'une excitation pour mettre en jeu cette propriété excito-motrice. D'après lui, la force excito-motrice existe sous deux états : à l'état statique et à l'état dynamique. A l'état statique, son action est continue, et alors elle exerce dans l'économie animale une influence qui, quoique occulte, n'est pas sans énergie. C'est d'elle que dépendent les phénomènes de tonicité et de contraction des sphincters. « Si, dit-il, l'on sépare la queue de la tortue avec les membres de derrière, le sphincter et le cloaque, à la manière des cuisiniers, toutes ces parties paraissent jouir d'une sorte d'élasticité. Le sphincter est bien circulaire et reprend sa forme, lorsqu'après avoir été distendu il est relâché. La queue est élastique comme un ressort d'acier; tout change lorsqu'on enlève le tronçon de la moelle épinière, tout alors devient flasque. »

Legallois avait déjà parlé d'un fait analogue; après avoir

1. J'avoue pourtant que Marshall-Hall aimait à inventer des mots pour exprimer la même idée; malgré les dénominations successives qu'il imposa aux nerfs réflexes, il écrivait à Muller en 1841 : « Cette force appelée vis nervosa par Haller, vis motaria par Prochaska, excitabilité par Flourens, et par moi excito-motrice, pourrait être appelée neurokinésis ou simplement kinésis, qui signifie mouvement tant actif que passif. Dès lors kinétique devient l'adjectif : la moelle engendrant cette force serait appelée autokinétique; envisagée comme centre réflexe, diakinétique; les nerfs incidents, autokinétiques; les nerfs exodiques, ectokinétiques.

détruit la moelle épinière d'un lapin, le corps lui avait semblé plus mou, moins résistant qu'avant l'opération.

C'est encore à cette force excito-motrice à l'état statique que Marshall-Hall attribue la demi-flexion des doigts pendant le sommeil, phénomène qui s'observe d'une manière bien plus forte, mais toujours symétrique, dans l'hémiplégie, alors que la main est privée depuis longtemps de l'influence du cerveau.

De l'ensemble de ces faits, il conclut que le principe « excito-moteur est constamment, dans toutes les parties du système spinal diastaltique, dans un état de tension statique, et qu'il ne faut qu'un excitant pour le mettre en voie dynamique ou activité. »

Marshall-Hall eut le mérite incontestable de classer tous les phénomènes d'ordre réflexe tant physiologiques que pathologiques et de montrer qu'ils étaient tous sous la dépendance d'une même cause, la puissance excito-motrice, dont on pouvait étudier à part l'anatomie, la physiologie et la pathologie. Enfin il a inventé, si je puis ainsi parler, la thérapeutique de l'action réflexe, nous a montré quels avantages on pouvait retirer de l'étude physiologique du sous-système spinal pour le diagnostic et le traitement des maladies convulsives. Il faut cependant, pour être juste, ajouter que Marshall-Hall ne nous a laissé qu'une indication; il a tracé la voie, mais cherchant à faire passer dans la science ce qu'il regardait comme sa découverte, il ne s'occupa nullement des questions incidentes. Son système, si admiré et si peu connu cependant, n'était qu'une conception hardie, dont il ne chercha pas la réalisation avec persévérance. Nous verrons plus loin que s'il avait imaginé les nerfs réflexes, s'il considérait même leur existence comme évidente, il ne leur a assigné aucune place anatomique précise, et ne s'occupa nullement des relations qu'ils avaient avec les autres filets

nerveux. Marshall-Hall limita son sujet à l'étude des phénomènes réflexes de la vie de relation ; mais il plaçait aussi les phénomènes de la vie organique sous la dépendance de la force excito-motrice. Il est difficile de savoir, d'après les quelques mots qu'il a consacrés à ce sujet, si pour lui les ganglions étaient des centres d'action réflexe ; cependant on peut supposer qu'il leur accordait cet usage, puisque d'après lui on peut séparer complétement le sous-système spinal du système ganglionnaire, et que si la moelle est le centre des actions diastaltiques de la vie animale, elle ne l'est pas des mouvements péristaltiques. Du reste, un an plus tard, en 1834, son élève Grainger admit complétement l'opinion de Prochaska et considéra les ganglions du grand sympathique comme des centres d'action réflexe.

Wolkmann[1] exagéra le rôle de la moelle, et, comme Legallois en France, lui accorda la spontanéité. Ainsi, d'après lui, si on coupe la tête à une grenouille et qu'on la laisse au repos sur une table, les membres portérieurs étendus, elle revient, instinctivement et d'elle-même, à la position accroupie ; il s'occupa surtout du pouvoir réflectif des ganglions, le nia complétement et rapporta à la moelle seule les mouvements réflexes de la vie organique. Comme Whytt, il accorda à la moelle le pouvoir de sentir et de juger les impressions.

Depuis cette époque, quoique les travaux de Marshall-Hall eussent rendu la question pour ainsi dire classique, l'action réflexe fut peu étudiée ; elle préoccupa peu les esprits, et seul M. le professeur Longet l'envisagea dans tout son ensemble, d'abord en 1841 dans son Anatomie du système nerveux, plus tard dans son Traité de physiologie. M. Longet revendiqua en faveur de Prochaska la priorité de la dé-

1. *Muller's Archiven*, 1838. Veber, Reflexbewegungen.

couverte de l'action réflexe; je crois avoir démontré que Robert Whytt avait des droits bien antérieurs. Contrairement à l'idée de Marshall-Hall et d'accord avec Prochaska, M. Longet[1] pense que les impressions peuvent être réfléchies soit dans le cerveau, soit dans la moelle. Dans le premier cas l'impression est sentie, dans le second le phénomène a lieu sans sensation. « Dans les mouvements réflexes de la vie animale, comme dans ceux de la vie organique, l'excitation centripète, propagée à l'encéphale ou à la moelle épinière, peut prendre naissance soit dans les nerfs cérébro-rachidiens, soit dans les nerfs de la vie organique, et dans l'un ou l'autre cas, suivant qu'elle arrive ou non jusqu'au siége du *sensorium commune*, devenir sensation ou ne pas prendre ce caractère. »

Cette question de savoir si la sensation est un phénomène inhérent à l'action réflexe, ou si elle n'est qu'accessoire, est plus importante qu'on ne le croit généralement, et ce n'est pas une simple dispute de mots. Personne, pas même Marshall-Hall, à qui on l'a cependant reproché, ne conteste que des actions réflexes ne puissent être précédées ou suivies de sensation; mais tandis que pour Prochaska et M. Longet elle est un élément de l'action réflexe, pour Marshall-Hall, et peut-être bien Muller, elle n'est qu'un phénomène accessoire. Comme conséquence de leur opinion, les premiers sont obligés d'admettre que le cerveau est un centre de réflexion, tandis que pour les seconds le cerveau n'est pas doué de la force excito-motrice. Aussi Prochaska et M. Longet admettent-ils les actions réflexes dites cérébrales, telles que le vomissement suite de la vue ou du souvenir d'un objet répugnant ou d'une souffrance endurée, tandis que Marshall-Hall et M. Debrou ne les admettent pas

1. *Traité de physiologie*, t. II, 1860, p. 282.

comme action réflexe, s'appuyant sur l'absence de l'impression physique et sur le phénomène psychique qui précède la réaction.

M. Longet confirma presque tous les résultats obtenus par Muller sur la transmission de l'action réflexe du système nerveux organique au système de la vie de relation. Par des exemples nombreux il démontra que l'impression faite sur un système pouvait ne déterminer une réaction que sur ce même système, mais aussi que l'impression faite sur des filets du grand sympathique pouvait déterminer des mouvements dans les muscles de la vie animale et réciproquement. M. Longet rejette la théorie de Marshall-Hall comme n'ayant en sa faveur aucune preuve matérielle, et paraît se ranger à la théorie de Muller. Comme Wolkmann, il refuse aux ganglions le pouvoir d'être centre de réflexion.

Un nouvel élément vint compliquer la question, et l'on se demanda quelle était la nature de ces mouvements. Etaient-ils convulsifs ou coordonnés? La plupart des auteurs se rangèrent à cette dernière opinion; or pour s'expliquer cette coordination des mouvements, la théorie de Muller et celle de Marshall-Hall étaient insuffisantes; aussi M. Debrou proposa-t-il d'admettre dans la moelle pour la production de ces mouvements des centres analogues au centre respiratoire.

M. Landry, dans ses recherches sur les paralysies[1], s'occupa de l'action réflexe d'une manière incidente, en faisant des expériences sur l'irritabilité musculaire. Il l'étudia au point de vue de la nature des mouvements, et arriva à cette conclusion qu'ils étaient identiques à ceux que l'animal exécute le plus habituellement à l'état normal, les mouvements des membres homologues étant associés et coordonnés entre

1. *Traité complet des paralysies*, par O. Landry. T. I, 1re partie. Paris, 1859.

eux : d'après lui, c'est dans la moelle que se trouve le principe qui associe et coordonne ces mouvements par l'intermédiaire de centres spéciaux siégeant dans des portions limitées de son tissu. Mais dans l'idée de M. Landry ces centres disséminés dans la moelle peuvent bien déterminer, sous l'influence des excitations, des mouvements associés et coordonnés, mais il ne suffisent pas à l'accomplissement des fonctions. « Les ailes, chez les oiseaux décapités, exécutent inutilement des mouvements rhythmiques et coordonnés ; les quatre membres chez les lézards s'agitent en vain comme pour la marche ; ces animaux ne volent, ni ne marchent, non que l'énergie manque à leur mouvement, mais parce qu'il n'y a plus cet accord synergique soit entre eux, soit avec le reste du corps, d'où résulte la marche, le vol. »

Tel est aujourd'hui l'état de la question. On voit le nombre de théories tour à tour proposées et rejetées ; on voit que, si le problème est posé, si on en connaît toutes les conditions, il est loin d'être résolu. Depuis, laissant de côté la question générale, les physiologistes se sont occupés des questions de détail. M. Brown Séquard étudie l'influence des sections de la moelle à diverses hauteurs, et le rôle du sang dans la production de ces mouvements. M. Chauveau cherche à différencier les mouvements réflexes des mouvements volontaires ; mais c'est surtout sous le point de vue thérapeutique que l'on trouve le plus grand nombre de travaux. Et les recherches de Marshall-Hall, en démontrant que la force excito-motrice pouvait être influencée par les substances toxiques, nous ont valu les beaux travaux de MM. Claude Bernard, Martin Magron sur la strychnine, Longet sur l'éther et le chloroforme.

DES MOUVEMENTS RÉFLEXES

On désigne sous le nom de mouvements réflexes des mouvements involontaires consécutifs à une impression.

Une première question se présente d'abord : les mouvements réflexes sont-ils indépendants de la sensation? Marshall-Hall, M. Béclard, appellent mouvements réflexes des mouvements involontaires survenant à la suite d'une impression non perçue. D'après le docteur Stick, de Berlin, l'anesthésie complète est la condition essentielle de la production de ces mouvements. Prochaska et M. Longet regardent, au contraire, la sensation comme partie du phénomène réflexe. Il est vrai que les plus beaux types de mouvements de cet ordre, le clignement à la suite d'une excitation de la conjonctive ou des paupières, l'éternuement et la toux à la suite d'une irritation des membranes pituitaire et trachéenne, et bien d'autres encore, reconnaissent la sensation comme phénomène initial; mais, à notre avis, la sensation n'est qu'un fait accessoire; elle n'est pas un élément constitutif de l'action réflexe, car ces mêmes mouvements se produisent alors que les sujets ont perdu tout sentiment; mais s'ensuit-il que la sensation ne soit d'aucune utilité? Loin de là. Remarquons, en effet, qu'elle ne se produit que dans le jeu des fonctions auxquelles nous sommes maîtres de commander, ou du moins que nous pouvons diriger, telles que la respiration, la miction, la défécation, etc. La sensation nous avertit que le phénomène réflexe va se produire, et nous pouvons alors l'aider volontairement ou l'empêcher; faisant des mouvements dans le même sens pour augmenter son action, ou produisant le mouvement con-

traire pour annuler l'effet réflexe, la sensation est, pour ainsi dire, une sorte d'avant-coureur; elle précède le mouvement, mais n'y entre pour rien. Ce n'est que dans ces cas que la sensation est utile; tel est le rôle qu'on doit lui attribuer. Elle est surtout utile dans ces actes appelés de conservation, là où l'action réflexe aurait pu être insignifiante, souvent même nuisible, et il fallait de toute nécessité, qu'avertis par une sensation préalable, nous puissions la modifier à notre gré. Quant aux mouvements réflexes de la vie de relation, chez les hémiplégiques, par exemple, ayant conservé le sentiment dans les membres paralysés, qui ne voit que la sensation n'est d'aucune utilité? Le malade a bien la conscience d'un contact, mais il n'a aucune influence sur le mouvement qui se produit, et chez l'hémiplégique privé de sentiment, l'effet réflexe sera identique. Enfin, tous les mouvements réflexes de la vie organique n'ont-ils pas lieu sans aucune sensation? Si l'on n'envisage que le phénomène réflexe en lui-même, laissant de côté les circonstances qui l'ont précédé, on peut, avec M. Béclard, définir les mouvements réflexes « des mouvements involontaires consécutifs à une impression non perçue. »

Je décapite une grenouille, et quelques instants après cette opération, je pince une patte, celle-ci se fléchit, et si l'excitation est forte, il se produit un mouvement dans tout le train postérieur. Voilà un type de mouvements réflexes.

Le mouvement est involontaire, puisque la grenouille est privée de ses centres encéphaliques, y compris le bulbe. De plus, il exige une impression pour se manifester; car si nous laissons l'animal à l'abri de toute excitation, il reste immobile; au contraire, toutes les fois qu'on le touche, il fait un mouvement. La moelle est nécessaire à la production de ce mouvement. En effet, si nous introduisons un stylet dans le canal rachidien, de manière à dilacérer la

moelle dans toute son étendue chez une grenouille dans la disposition aux actions réflexes, nous n'obtiendrons plus aucune réaction aux excitations ultérieures.

Impression sur les extrémités nerveuses, réaction par l'intermédiaire de la moelle épinière, et comme conséquence, mouvement produit, tels sont les trois phénomènes dont se compose une action réflexe.

L'impression chemine de la périphérie au centre par les racines postérieures ; le mouvement est transmis du centre à la périphérie par les racines antérieures : c'est ce que démontrent, de la manière la plus formelle, les expériences directes.

1° Je décapite une grenouille, j'enlève les vertèbres, j'incise les membranes d'enveloppe, et je mets ainsi à nu la moelle dans sa région postérieure. A une excitation du côté droit, la patte réagit ; je coupe alors les trois racines postérieures de ce même côté ; après quelques moments de repos, j'excite cette patte (côté droit), et je n'obtiens aucun mouvement, quelle que soit la force de l'excitation, ni dans ce membre, ni dans l'autre; mais si je touche la patte gauche, j'obtiens un mouvement réflexe, non-seulement dans cette patte, mais dans celle du côté droit. Dans le premier cas, l'impression n'est pas arrivée à la moelle; aussi n'y a-t-il pas eu de réaction ; dans le deuxième, au contraire, à la faveur des racines postérieures du côté gauche laissées intactes, l'impression est arrivée à la moelle, a déterminé celle-ci à la réaction, et le mouvement s'est produit dans les deux pattes par l'entremise des cordons antérieurs.

2° Sur une autre grenouille décapitée, je mets la moelle à nu et je coupe les racines antérieures du côté droit ; j'excite la patte du même côté, il ne se produit aucun mouvement dans le membre excité ; mais celui du côté opposé entre en mouvement et se fléchit.

L'impression a donc été transmise à la moelle, puisque celle-ci a réagi du côté opposé, et s'il ne s'est passé aucun mouvement dans la patte excitée, c'est que bien évidemment les racines antérieures sont nécessaires à la transmission du mouvement.

Ces expériences nous montrent que la sensibilité et le mouvement réflexe suivent les mêmes routes que la sensibilité et le mouvement volontaire; elles n'étaient pas connues de Marshall-Hall, auquel on rapporte cependant la connaissance de l'anatomie du système diastaltique. Je lis, en effet, dans son aperçu du système spinal (p. 62) : « Il est évident que dans chaque nerf brachial ou lombaire, il y a un principe qui peut apporter et rapporter l'effet d'une excitation motrice. Est-ce par un même filet nerveux ou par des filets distincts que ces phénomènes arrivent? La science n'est pas allée jusque-là. » On est bien forcé d'admettre, d'après les expériences que j'ai citées, qu'il y a un filet nerveux pour la transmission sensitive et un pour la transmission motrice. Ces expériences répondent aussi à cette question posée par Marshall-Hall. « Je ne sais à quel degré il est établi que la force incidente dans les actions diastaltiques est apportée par les racines postérieures des nerfs spinaux, et que la force réflexe est rapportée par les racines antérieures. » Et plus loin : « Il serait surtout d'un grand intérêt de savoir si les racines antérieures seraient capables de fonctionner comme des nerfs incidents excitateurs d'action réflexe. » La deuxième expérience, que j'ai souvent répétée, ne me laisse aucun doute à cet égard.

Toutes les parties de la moelle ne jouissent pas de la faculté de réaction. Comme l'avait déjà pressenti Legallois, c'est, en effet, la substance grise seule qui la possède. Les expériences de M. Chauveau et Longet l'ont démontré. M. Chauveau met la moelle épinière à nu sur un cheval,

dans sa portion dorsale, par des sections multiples; il coupe tous les cordons blancs, de telle sorte que la partie thoracique de la moelle épinière n'est reliée à la partie abdominale que par la substance grise; alors, sous l'influence des excitations sur une patte de derrière, il produit des mouvement réflexes dans celle de devant. M. Longet, sur une grenouille, divise la moelle longitudinalement dans toute son étendue, ménageant cependant un lambeau de substance grise qui sert comme de pont entre les bandes médullaires, et les excitations portées sur une patte de derrière réagissent sur les membres du côté opposé.

Cette propriété de réaction se retrouve dans tous les points de la substance grise. On peut diviser la moelle par plusieurs sections transversales : on obtiendra autant de centres diastaltiques que de segments formés. C'est un fait aujourd'hui reconnu par tous, que les expériences de Legallois, Calmeil et Marshall-Hall ont surtout mis en lumière.

La propriété d'exciter des mouvements par l'intermédiaire de la moelle, n'est pas uniquement dévolue aux nerfs de la vie de relation. Ceux de la vie organique reconnaissent les mêmes lois.

Nous ferons remarquer que cette réaction de la moëlle a surtout une grande importance au point de vue physiologique dans les phénomènes de la vie organique. Tandis que pour les mouvements accomplis dans la vie de relation la volonté est toute souveraine, et que les effets réflexes sont peu nombreux à moins de circonstances spéciales, au contraire, la vie organique est, pour ainsi dire, toute d'action réflexe; c'est la force excito-motrice qui remplace la volonté. Des expériences directes peuvent le démontrer. En effet, sur un animal décapité et dont on a enlevé la paroi abdominale, si après avoir attendu que le mouvement général de l'intestin, résultat de l'impression de l'air, se soit dissipé, on vient à

pincer un point du canal intestinal, on voit bientôt survenir des mouvements, non-seulement aux points touchés, mais encore dans les parties avoisinantes de chaque côté du point excité. C'est d'abord au lieu de l'excitation une rainure circulaire embrassant le canal intestinal dans toute sa circonférence ; puis on voit cette rainure s'élargir, une constriction se former plus haut, suivie d'un mouvement des fibres longitudinales, rapprochement des deux rainures, et comme conséquence, une diminution générale du calibre de l'intestin s'étendant plus ou moins loin et simulant le mouvement péristaltique. D'après Henle, ces mouvements se produisent plus énergiquement sous l'influence du chatouillement simple que par la pression et l'application d'un excitant chimique. Il faut remarquer aussi que ces mouvements s'opèrent avec lenteur, différant en cela des mouvements réflexes de la vie de relation qui se font remarquer par leur rapidité. Si le canal intestinal contient des matières, on peut, par des excitations successives, les faire avancer assez régulièrement.

Dans l'état pathologique nous avons encore des preuves de cette réflexion limitée aux fibres du Grand sympathique. La dilatation de la pupille accompagne les affections vermineuses, les excitations portées sur le col de l'utérus amènent sa dilatation, etc. Si nous pouvons avoir des phénomènes réflexes séparément dans l'un et l'autre système nerveux, nous observons aussi la transmission de l'impression de l'un à l'autre. Une irritation sur les nerfs du Grand sympathique amène une réaction sur les muscles de la vie animale, et réciproquement, une irritation faite sur le système cutané ou les nerfs de la vie de relation, détermine le mouvement dans les muscles de la vie organique.

Les phénomènes de la première classe sont les plus nombreux, et toutes les sympathies des anciens roulaient pres-

que exclusivement sur cet ordre de faits. Ainsi les convulsions des enfants sont causées par la présence de vers dans l'intestin, les convulsions éclamptiques chez les primipares se montrent souvent aux premières contractions utérines, ou bien au moment du passage de la tête de l'enfant au col utérin. Les convulsions hystériques n'ont-elles pas souvent pour point de départ une lésion de l'utérus ou des ovaires? La pression sur l'ovaire suffit souvent pour les déterminer dans le cas d'ovarite, ainsi que je l'ai observé dans le service de M. Guéneau de Mussy, à l'hôpital de la Pitié. Bien d'autres exemples encore, tels que les vomissements déterminés par les calculs de la vessie, les irritations des reins et du canal intestinal, etc. Du reste, les vivisections attestent ce passage de l'impression, des fibres du Grand sympathique à celles de la vie animale. Jean Muller et Claude Bernard ont déterminé des mouvements dans les muscles de l'abdomen et même dans les membres, en irritant directement le plexus solaire et les ganglions semi-lunaires par la galvanisation ou le pincement. Chez les grenouilles décapitées, le pincement de l'intestin ou d'un viscère détermine des mouvements brusques et généraux; ce résultat s'obtient bien plus facilement si on introduit dans l'œsophage quelques gouttes d'acide acétique.

— La réaction sur les muscles de la vie organique consécutivement à des impressions sur les nerfs de la vie animale est aussi manifeste, quoique peut-être plus difficile à observer. Sans parler des changements apportés aux mouvements du cœur par les stimulations sur la peau, on peut citer les mouvements de l'iris non-seulement sous l'influence des changements de lumière, mais produits par l'excitation directe des troncs nerveux. M. Chauveau a démontré que l'on devait attribuer à un effet réflexe les mouvements pupillaires observés à la suite des excitations portées sur la ré-

gion cilio-spinale de Budge. Le pincement du nerf sciatique détermine aussi la dilatation de la pupille.

La contraction des vésicules séminales, les mouvements de la trompe ovarique doivent être attribués à des effets réflexes à la faveur d'une réaction sur les muscles que M. Rouget, professeur à la Faculté de Montpellier a démontrés dans ces organes. L'érection elle-même est un phénomène réflexe, et elle s'opère même lorsque la moelle a été divisée.

1[re] *Expérience.* — Chez un cabiai adulte mâle je pratique la section de la moelle épinière, au-dessus du renflement lombaire, à l'époque du rut, et j'observe, comme suite de l'ébranlement causé par la section, une éjaculation immédiate. Six minutes après la section les mouvements réflexes étaient énergiques dans les membres postérieurs; l'excitation avec une barbe de plume sur le gland détermina l'érection; à chaque excitation il y avait afflux de sang, le pénis sortait de sa gaîne, opérait un brusque mouvement d'élévation et retombait flasque, se retirant dans sa gaîne. Si les excitations étaient successives, l'érection était maintenue, et, à chaque contact, mouvement d'élévation. Nul doute que, si les attouchements avaient été continués assez longtemps, nous n'eussions obtenu la contraction des vésicules séminales et l'éjaculation.

Ces quelques considérations suffisent pour nous montrer toute l'importance de l'action réflexe au point de vue physiologique et pathologique. Dominant la vie organique, dont elle règle tous les phénomènes, elle ne se montre que d'une manière accidentelle dans la vie animale, où la condition presque nécessaire à sa manifestation est la soustraction complète à l'influence cérébrale. La faculté réflexe n'apparaît avec tous ses caractères que lorsque la volonté est totalement anéantie. Chez l'homme, on peut, pendant le sommeil, obtenir dans les membres quelques mouvements que l'analogie nous démontre être de nature réflexes, mais c'est surtout dans les cas pathologiques qu'on peut l'étudier, lorsque par suite d'une lésion de la moelle épinière, résultat de

myélite, compression par des tubercules, fracture de la colonne vertébrale, elle a été divisée et interrompue complétement. On l'observe aussi dans le cas d'hémiplégie, et dans les paraplégies résultant d'une lésion de la moelle dans un point supérieur à l'émergence des nerfs qui se rendent au membre inférieur. Il n'est pas même nécessaire que la moelle soit altérée dans toute son étendue, mais la condition indispensable c'est que les membres paralysés ne puissent exécuter aucun mouvement volontaire, peu importe, d'ailleurs, qu'ils aient ou non conservé la sensibilité. Ces faits sont aujourd'hui acceptés, et nous ne pouvons admettre l'opinion du docteur Stick [1], qui fait de l'anesthésie complète le *sine qua non* de l'action réflexe. « Les recherches, dit-il, sont de nulle valeur lorsqu'on a touché des parties qui ont conservé la sensibilité. » Et d'après lui, le mouvement réflexe ne se produit que parce que la sensation ne peut se propager au cerveau.

Cette influence de la volonté sur le mouvement réflexe est très-remarquable. En effet, dans quelques observations que je citerai plus tard, on verra que dans certains cas où les fonctions de la moelle se sont rétablies, les mouvements réflexes diminuaient au fur et à mesure que la volonté reprenait son empire pour cesser complétement lorsqu'elle était revenue à son état normal. Marshall-Hall, pour s'expliquer ce phénomène, suppose un état d'antagonisme entre le cerveau et la moelle, et la volonté, dit-il, use peu à peu et continuellement la force excito-motrice fournie par la moelle. Quoi qu'il en soit de cette hypothèse, le fait n'en reste pas moins vrai, et l'on retrouve cette même différence sous l'influence des agents qui détruisent l'action réflexe et en aug-

1. Stick, p. 222. *Annales de la charité de Berlin*. 1856. — Des mouvements réflexes comme moyen de diagnostic des paralysies.

mentent les propriétés. Les contractions produites par la strychnine chez les hémiplégiques se montrent plus fortes, et quelquefois seulement dans le membre paralysé, ainsi que l'ont démontré depuis longtemps les expériences de Fouquier. La privation complète de l'influence cérébrale est rare chez l'homme, et l'on trouve à peine quelques observations où les mouvements réflexes aient été étudiés ; aussi est-on obligé d'avoir recours aux vivisections pour étudier ce phénomène.

Les conditions de l'action réflexe observées chez les animaux en expérimentation sont du reste applicables en tous points à l'homme. Quoique ces mouvements se produisent chez tous les animaux, ils offrent une plus grande intensité chez certains, tels que les chiens, chats, cochons d'Inde, et surtout les grenouilles. L'action réflexe se rencontre chez tous les animaux, depuis les zoophytes jusqu'à l'homme, mais elle présente de grandes différences, suivant que les animaux sont placés plus ou moins haut dans l'échelle organique. Les modifications résultant de l'espèce et de l'âge sont très-remarquables, et je ne m'arrêterai sur ce point qu'après avoir étudié les diverses influences qui portent leur action sur l'intensité de la force excito-motrice, telles que la température, l'état de la circulation, le repos, etc. D'ailleurs, dans l'étude de ces dernières conditions, nous aurons occasion de résoudre une partie de la première question, et quant à l'influence de l'espèce en général, elle se rattache à la localisation de la volonté et du sentiment dans l'axe cérébro-spinal, et nous ne pouvons entreprendre cette étude qu'après avoir fait connaître les véritables caractères du mouvement réflexe.

INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE

Les variations de température ont une grande influence sur la force excito-motrice. Pendant l'été, les mouvements réflexes sont bien plus vifs que pendant l'hiver, mais aussi la force excito-motrice disparaît plus facilement. A une température de 20 à 30 degrés, on ne peut obtenir des mouvements chez les grenouilles décapitées ou ayant subi la section au-dessous du bulbe, que pendant une demi-heure, une heure et demie au maximum ; tandis que pendant l'hiver ils persistent pendant deux heures, six heures et même de plus. D'une manière générale, la force excito-motrice est augmentée par la chaleur, mais ses variations sont utiles à observer. Pendant l'été, l'épuisement à la suite d'excitations multiples est facile à obtenir. La force nerveuse se régénère vite et, au bout de peu d'instants, 2, 6, 8 minutes, on peut obtenir des mouvements énergiques, mais au bout de deux ou trois épuisements temporaires la force excito-motrice disparaît complétement ; au contraire, sous l'influence de l'humidité et d'une basse température, la force nerveuse se conserve davantage, les mouvements sont moins énergiques, l'épuisement nerveux est plus difficile à obtenir par des excitations multiples ; mais aussi la force nerveuse se régénère avec plus de lenteur.

Les expériences de M. Brown-Séquard, sur la durée de la vie chez les grenouilles après l'ablation de la moelle allongée, peuvent servir de base approximative pour la durée des mouvements réflexes suivant la température. Il résulte de ses recherches que plus la température baisse, plus la vie dure ; ainsi, de 0° à 8° elle se compte par des mois, de

5° à 13° par des semaines, de 18° à 24° par des heures, de 30° à 40° par des minutes. On voit, d'après ces résultats, qu'au fur et à mesure que la température s'élève, les mouvements réflexes durent moins longtemps; mais sous cette influence l'action réflexe s'épuise-t-elle par excès, comme s'épuise la force excito-motrice, sous l'influence des convulsions strychniques, ou bien la chaleur a-t-elle un effet déprimant et diminue-t-elle l'action réflexe à la manière de certains agents toxiques, tels que l'acide cyanhydrique et le chloroforme? Il faut faire à cet égard des distinctions. Lorsque l'augmentation de la température est progressive, lorsque ses variations sont soumises à de légères différences comme dans les lois naturelles, l'action réflexe augmente progressivement comme la température, ses effets deviennent de plus en plus marqués; les mouvements sont plus vifs, plus énergiques, et les contractions durent plus longtemps. Lorsque la température est très-élevée, 29° à 30°, par exemple, la force excito-motrice est tellement augmentée que quelquefois, à la suite des excitations nécessaires pour pratiquer la section de la moelle, les grenouilles sont prises de tétanos et meurent dans les convulsions. Souvent la section de la moelle anéantit immédiatement toute action réflexe, la commotion de la moelle ayant épuisé toute la force excito-motrice.

Lorsque les variations de température sont brusques, la chaleur paraît au contraire avoir un effet déprimant, ainsi que tendraient à le faire admettre les recherches de M. Kunde[1]. Cet observateur empoisonne une grenouille par la strychnine jusqu'à production de tétanos; alors il l'expose à une chaleur de 34° centigrade, et celle-ci revient peu à peu à l'état normal. Au contraire, le froid entretient

1. *Gazette médicale*, 1857.

le tétanos quinze jours et plus chez une grenouille, et celui-ci disparaît si on l'expose à une chaleur ordinaire.

De même, si l'on donne deux mêmes doses de strychnine à deux chats d'une même portée, et, lorsque le tétanos se produit, si on laisse l'un de ces chats de 16° à 19° centigrade, portant l'autre dans un milieu à une température plus élevée, 40° à 45° centigrade, le premier meurt tandis que le second revient peu à peu à l'état normal.

L'augmentation de la force excito-motrice pendant l'été est générale dans la moelle, et la réaction de chaque segment devient plus forte. Les sections de la moelle pratiquées immédiatement au-dessus du plexus lombaire chez les grenouilles laissent persister presque toujours l'action réflexe pendant l'été, tandis que pendant l'hiver on n'obtient souvent aucune réaction. Sous l'influence de la strychnine et des sels de morphine on obtient facilement des convulsions pendant l'été, si petite que soit la quantité de moelle laissée, et, d'après M. Longet, souvent il est nécessaire pendant l'hiver, pour obtenir le tétanos, de laisser le bulbe adhérent à la moelle.

Ainsi, pour entretenir l'action réflexe chez les grenouilles pendant l'été, il faut les recouvrir d'un linge humide qui aura pour double effet de les maintenir à une basse température et de s'opposer au dessèchement.

La chaleur abrége la durée des mouvements réflexes, mais elle augmente leur énergie.

INFLUENCE DU SANG.

L'influence du sang sur les mouvements réflexes est d'autant plus remarquable qu'on s'élève dans l'échelle animale. On doit faire à ce sujet une profonde ligne de démarcation entre les animaux à sang chaud et à sang froid. Chez

les premiers, les fonctions nutritives sont bien plus énergiques; pour conserver leurs propriétés vitales, les tissus ont besoin d'un échange continuel de matériaux, et c'est surtout au système nerveux que le sang est indispensable; chez les animaux à sang froid, au contraire, la nutrition est plus languissante, et, quoique privés de sang, les tissus peuvent pendant un certain temps manifester leurs propriétés. Lorsqu'on a coupé la moelle chez des chiens ou des cabiais, au niveau du renflement lombaire, les mouvements réflexes peuvent se manifester longtemps après cette section, surtout si les animaux sont jeunes; on peut les conserver ainsi de trois à six mois; mais si l'on vient à interrompre le cours du sang par une ligature de l'aorte à la région dorsale, les mouvements réflexes cesseront bientôt, et si cette privation de sang dure un quart d'heure au plus, ils disparaîtront sans retour; si, au contraire, on délie l'aorte au bout de cinq à six minutes, ils reparaîtront peu à peu. Dans ses recherches sur l'usage du sang noir et du sang rouge, M. Brown-Séquard a démontré que le sang noir était excitant, tandis que le sang rouge entretenait les propriétés vitales. J'extrais de son travail une expérience remarquable qui nous montrera toute l'influence du sang oxygéné sur les mouvements réflexes [1].

Expérience x. — Sur un cochon d'Inde adulte, assez vigoureux, je liai les deux carotides et les deux vertébrales, après avoir blessé ces vaisseaux et avoir laissé mourir l'animal par hémorrhagie. Puis je coupai la moelle épinière à la région cervicale. Il n'y eut p'us de mouvements réflexes nulle part, quand j'irritai la peau par le pincement. par l'application d'un fer chauffé au rouge, ou par l'immersion soudaine d'un membre dans de l'eau à 0 ou à 1 degré centig., 2 minutes après la respiration. J'attendis 8 minutes de plus, et alors j'injectai du sang, défribiné par le battage, à la fois par la veine

1 *Journal de la physiologie de l'homme et des animaux*, par Brown-Sequard, t. I, 1858, p. 117.

jugulaire et la carotide droite, vers le cœur. En même temps je pratiquai l'insufflation pulmonaire, et après 3 ou 4 minutes, sous l'influence de ces deux causes, transfusion et insufflation, la faculté réflexe reparut à un degré suffisant pour que l'excitation d'un des doigts déterminât des mouvements dans les quatre membres. La tête, qui ne recevait pas de sang, resta absolument sans vie.

On voit par cette observation que les propriétés de la moelle, anéanties par la soustraction du sang, reparaissent sous son influence après un temps assez long, de dix à douze minutes.

M. Schiff et d'autres physiologistes allemands ont aussi constaté cette perte des mouvements à la suite de ligatures de l'aorte; mais ils n'ont pas fixé le temps nécessaire à la perte des mouvements réflexes. En 1861, M. Vulpian résumant les travaux de ses prédécesseurs, institua une série d'expériences, et, pour arrêter la circulation, se servit, non de la ligature, mais de l'injection dans l'aorte de substances pulvérulentes, ainsi que l'avait déjà proposé M. Flourens; il arriva à ces conclusions : la soustraction du sang à la moelle épinière annihile *immédiatement* la force excito-motrice, et il résulte encore de ses recherches que la substance grise de la moelle perd la première son excitabilité, tandis que les propriétés des faisceaux blancs antérieurs se conservent encore pendant quelques instants.

C'est surtout à l'arrêt de la circulation qu'on doit attribuer la perte rapide des mouvements réflexes chez les animaux à sang chaud lorsqu'on a pratiqué la décapitation ou la section du bulbe. La respiration étant abolie, le sang ne circule plus; aussi voit-on les mouvements réflexes continuer et souvent reparaître, si, en pratiquant l'insufflation pulmonaire, on entretient la circulation.

Le rôle du sang, comme excitateur de la moelle épinière, conduit à des déductions pathologiques importantes pour

le traitement des convulsions réflexes. La connaissance de ce fait physiologique devait conduire à l'usage des ventouses appliquées sur la colonne vertébrale, et à la position dans le décubitus ventral ; deux causes qui auront pour effet de soustraire à la moelle épinière une certaine quantité de sang et comme conséquence d'en diminuer l'excitabilité.

M. Brown-Séquard a insisté sur l'influence de la position, et il suffit quelquefois de placer étendus sur le ventre des enfants pris de convulsions à la suite d'un traitement par la strychmine, pour les faire cesser à l'instant même. M. Martin-Magron emploie dans sa pratique avec beaucoup de succès les ventouses scarifiées, sur la colonne vertébrale, dans le cas de convulsions réflexes lorsqu'elles viennent à se prolonger. La présence du sang, quoique moins essentielle chez les animaux à sang froid, est cependant très-manifeste. D'une manière générale les grenouilles décapitées, présentent des mouvements réflexes pendant moins longtemps que celles qui n'ont subi que la section de la moelle au dessous du bulbe, et les grenouilles éventrées, dépouillées de leurs viscères, sont celles qui perdent le plus promptement l'excitabilité. Chez ces animaux, il n'est pas même nécessaire que le sang soit en circulation pour avoir quelque influence, il suffit qu'il soit en contact avec la moelle. C'est par la stagnation du sang, que l'on peut comprendre les variations des mouvements réflexes suivant la position imposée aux grenouilles : il est d'observation que les grenouilles décapitées et chez lesquelles le cœur ne bat plus, auront des mouvements plus énergiques et plus durables si elles sont placées sur le dos, que si elles sont placées sur le ventre ; et chez ces dernières le changement de position suffira souvent pour ramener les mouvements réflexes lorsqu'ils auront disparu.

LES SECTIONS DE LA MOELLE A DIFFÉRENTES HAUTEURS.

Si chaque segment de la moelle jouit isolément de la propriété réflexe, il n'en est pas moins vrai qu'ils s'influencent réciproquement; plus on laissera de moelle et plus on aura de chance d'obtenir des mouvements, plus aussi ces mouvements seront énergiques, et on peut même ajouter qu'ils persisteront plus longtemps. Il ne faudrait pas croire cependant que cette relation entre la longueur de la moelle et l'activité des mouvements dépende de ce qu'il y aura une plus grande quantité de force excito-motrice formée; et que les excitations d'une partie épuiseront la force excito-motrice produite par la totalité de la moelle. Cette opinion serait formellement contredite par les épuisements partiels. Ne pourrait-on pas plutôt l'attribuer à l'ébranlement de la moelle épinière causée par la section, qui, produisant ses effets de haut en bas, devra annihiler les effets de centralité de la moelle, d'autant plus facilement que celle-ci sera moins longue?

M. Brown-Séquard a obtenu des mouvements réflexes, une fois sur dix, lorsque la section de la moelle épinière était faite entre la cinquième et la sixième vertèbre, entre la quatrième et la cinquième, cinq fois sur dix; entre la troisième et la quatrième dans les deux tiers des cas; plus haut presque toujours, et immédiatement au-dessous du nerf vague, il en a toujours observé dans les membres postérieurs et presque toujours dans les membres supérieurs.

On n'observe pas toujours de mouvements dans les membres supérieurs après la section de la moelle au-dessus de l'origine des nerfs qui vont au bras, et dans les cas où ils apparaissent, ils se montrent plus tard que dans les mem-

bres inférieurs; leur durée est aussi beaucoup plus courte; on ne peut rattacher ces divers effets qu'à l'ébranlement moléculaire produit par la section.

NATURE DE L'EXCITANT.

La nature de l'excitant a peu d'influence sur la production du mouvement : de tous, les plus commodes à manier sont les excitants mécaniques, et parmi eux le pincement doit être employé de préférence, et cela pour deux raisons : c'est que d'abord ses effets disparaissent dès que l'excitant est enlevé, de telle sorte que l'on peut à son gré augmenter ou diminuer la durée de l'application, et de plus on peut en faire varier la force à volonté. L'électricité peut aussi être employée, mais ses effets sont beaucoup trop énergiques. Avec la petite pince de Pulwermacher on obtient immédiatement, chez les grenouilles, une commotion, dont le résultat est souvent, l'épuisement complet de la force excito-motrice. Quant aux agents chimiques, les caustiques doivent être rejetés, tout au plus peuvent-ils servir à une simple constatation : cependant on peut avec avantage se servir des liquides acidulés avec l'acide sulfurique, chlorydrique, etc.; ces acides agissent à de très-faibles doses; quelques gouttes d'acide sulfurique dans un verre d'eau suffisent pour provoquer des mouvements très-énergiques, et en dosant convenablement, on peut parvenir avec des liquides ainsi préparés, à faire les mêmes expériences qu'avec la pince simple, soit pour l'épuisement partiel, soit pour démontrer la relation entre l'intensité du mouvement et la force de l'excitation. Mais ils ont un inconvénient; c'est que le liquide restant sur la patte, l'imbibe peu à peu et produit des excitations réitérées, par suite de sa pénétration dans l'intérieur des tissus ou de son

cheminement sur les parties avoisinantes; je le répète, le meilleur moyen d'expérimentation est le pincement simple, les piqûres ne peuvent pas non plus servir, car la surface d'excitation est trop petite, et l'on ne peut pas doser l'excitation.

Ces remarques s'appliquent uniquement aux mouvements réflexes déterminés par des excitations sur la peau ou sur la tunique intestinale. Dans la vie organique, il y a une relation intime entre le mouvement produit et l'excitant qui l'a déterminé. Ainsi la lumière amène des changements de forme dans l'ouverture papillaire. Le passage du sperme sur la muqueuse uréthrale détermine des convulsions spasmodiques et saccadées dans les muscles du périnée, ainsi que la contraction des vésicules séminales, tandis que l'excitation causée par le passage d'une sonde ou une injection irritante dans le canal de l'urèthre déterminera chez certains paraplégiques des mouvements réflexes dans les membres paralysés; de même les ondes sonores déterminent des mouvements bornés aux muscles qui font mouvoir les osselets de l'oreille et tout au plus dans certains cas particuliers aux muscles du pavillon. Le sang est l'excitant naturel des cavités cardiaques, la bile détermine par sa présence la contraction des canaux excréteurs du foie; il en est de même pour tous les liquides glandulaires, etc. Les mêmes mouvements peuvent bien être obtenus par d'autres excitations mécaniques ou chimiques, mâis ils n'auront pas la même régularité ni la même harmonie.

DE L'INTENSITÉ DES EXCITATIONS.

C'est un fait bien connu, que les mouvements réflexes augmentent avec l'intensité de l'excitation. Cette influence est plus remarquable qu'on ne l'a dit et on peut mettre en loi que les mouvements sont proportionnels à l'intensité de l'excitation.

Si, sur une grenouille décapitée, ou dont on a coupé la moelle au-dessous du bulbe, on fait une légère excitation sur un des doigts du pied, le pied seul se fléchira sur la jambe: (e mot *légère* est employé dans le sens comparatif, l'excitation nécessaire pour déterminer la flexion totale, étant préalablement déterminée.) L'excitation est-elle plus forte, la jambe se fléchira sur la cuisse, en même temps que le pied accomplira son premier mouvement, et si l'on augmente encore l'intensité de l'excitation, la cuisse se fléchira à son tour; de telle sorte qu'alors, le membre abdominal tout entier sera dans la flexion complète. Si la grenouille est suspendue, après chacun de ses excitements, le membre retombera immobile au bout d'un temps variable, suivant les grenouilles et suivant l'époque à laquelle on fait l'expérience. Les excitations successives de même intensité détermineront d'abord le même mouvement de flexion complète, mais à mesure qu'on les réitérera quoique en leur conservant la même intensité, on verra la force du mouvement et son étendue diminuer peu à peu: d'abord la flexion est moins forte, puis la cuisse ne se fléchit pas, le mouvement restant borné à la patte et aux pieds, enfin on arrive à n'avoir que des mouvements de flexion du pied, puis un simple frémissement, enfin la réaction est nulle. L'étendue du mouvement réflexe est donc subordonnée d'une part, à la force de l'excitation, et, de l'autre,

à la quantité de force excito-motrice qui existe dans la moelle. Chaque excitation enlève une quantité de force excito-motrice proportionnelle à son intensité, aussi finit-elle par s'épuiser. Mais cet épuisement reste borné à la portion de moelle qui a été mise en jeu par l'excitation ; les autres segments n'en sont nullement affectés. En effet, les mouvements réflexes de l'autre patte sont très-énergiques ; plus même qu'ils ne l'étaient dans la patte expérimentée la première, à cause du repos plus long dont elle a joui depuis la section. On peut faire sur elle la même constatation, et, pendant ce temps, la force excito-motrice se régénérera dans le côté opposé. Ces expériences réussissent bien en été, pendant l'hiver elles demandent un temps beaucoup plus long et les résultats ne sont pas aussi nets. Cette indépendance des diverses sections de la moelle est encore démontrée par l'expérience suivante :

Sur deux grenouilles décapitées à la même hauteur, je place successivement, en allant par deux grammes jusqu'à dix, sur chaque patte, puis je suspens les grenouilles de manière à laisser reposer les pieds sur la table, pour éviter la tension des membres. J'excite une patte, les dix grammes sont soulevés avec énergie. Sous l'influence des excitations réitérées, ils sont enlevés moins haut et finissent par ne subir aucun déplacement. A ce moment, aucune réaction, même si j'enlève le poids de ce côté, et cependant, si j'excite la patte du côté opposé, le poids de dix grammes est enlevé avec rapidité. Après dix minutes de repos, à une excitation simultanée sur les deux pattes, les deux poids sont enlevés en même temps et avec une force à peu près égale.

Ce poids de 10 grammes paraîtra assurément bien faible à ceux qui connaissent les expériences de M. Brown-Séquard sur l'intensité de la force nerveuse réflexe ; mais je ferai remarquer que les poids de 60 grammes, 120 grammes, n'étaient soulevés par les grenouilles qu'à la hauteur de deux millimètres ; dans le cas présent au contraire, il fallait,

pour apprécier les variations des mouvements, que le poids pût être soulevé avec facilité.

Durée de l'excitation. — Dans une communication faite le 30 août 1857 à la Société de Biologie, M. Brown-Séquard a montré la relation qui existe entre le moment d'application de l'excitant et l'époque du mouvement produit. Voici les conclusions qu'il a énoncées :

1° Les mouvements réflexes n'ont pas lieu immédiatement après l'excitation, et le temps qui s'écoule entre la réaction et l'excitation est toujours appréciable.

2° Très-fréquemment, si on pince la patte d'un cochon d'Inde, pendant plusieurs secondes, quelquefois 6'', 10'', 12'' les mouvements réflexes n'ont pas lieu et ne se produisent que lorsqu'on a cessé l'excitation.

3° Plusieurs séries de mouvements alternatifs d'extension et de flexion ont lieu après une seule excitation, ainsi que cela se voit chez d'autres animaux, mais avec cette particularité que, chez le cochon d'Inde, ces mouvements apparaissent après un repos complet, qui dure un temps appréciable.

Bien avant cette époque, le même observateur, dans sa thèse inaugurale, avait émis une opinion analogue, basée sur des expériences faites chez les grenouilles.

Ainsi (page 8), la durée des mouvements réflexes est extrêmement variable ; j'ai vu les mouvements persévérer sans diminution apparente pendant 5', 6', 8', et souvent avec autant de régularité, que si la volonté les avait dirigés. En général, ces mouvements diminuent graduellement et finissent par n'être plus que de légers tremblements, avant de cesser absolument. Il arrive quelquefois que tout d'un coup, sans excitation nouvelle et lorsque les mouvements sont devenus très faibles, une violente secousse convulsive reparaisse.

Des expériences qui établissent que les mouvements réflexes ne sont pas immédiats, M. Brown-Séquard a tiré cette déduction, que chez l'homme la volonté a le temps de s'opposer à la production du mouvement réflexe; il ajoute, cependant, que dans certains cas le mouvement est tellement rapide, que la volonté est inhabile à s'y opposer, comme dans le cas de chatouillement imprévu ou dans ceux d'excitations morbides de la force réflexe, empoisonnement par la strychnine, rage, tétanos.

Nous avons deux points à examiner : 1° Les mouvements réflexes coïncident-ils avec l'application de l'excitant, ou bien ne se montrent-ils que lorsque celui-ci a été enlevé? 2° Les mouvements réflexes peuvent-ils se répéter sans être soumis à une nouvelle excitation ?

J'ai fait de nombreuses expériences sur des grenouilles et des cabiais pour vérifier ces deux assertions, et j'ai le regret de me trouver, pour quelques points, en contradiction avec l'illustre physiologiste.

Il faut dans ces constatations tenir compte de l'époque à laquelle on fait l'expérience, et de l'excitabilité de la moelle épinière. Lorsque les grenouilles sont très-sensibles à l'action réflexe, il n'y a *aucun intervalle* entre la réaction et le moment d'application de l'excitant. Si on maintient l'excitation 3'', et plus, chez les grenouilles décapitées, en ayant soin de ne pas trembler, on verra des tentatives de mouvements dans le membre retenu par les mors de la pince, et des mouvements réflexes se produiront dans les autres parties du corps, alors que l'excitation durera encore. Sous l'influence des pincements réitérés, la force excito-motrice s'épuise, la réaction devient alors moins prompte, et c'est alors qu'on peut noter un intervalle entre l'excitation et la réaction. Cet intervalle augmente de plus en plus et coïncide avec la diminution graduelle de la rapidité et de la force

des contractions. Il arrivera un moment où l'excitation pourra être maintenue 5'' ou 6'' sans qu'il se produise aucun mouvement, celui-ci ne se produisant qu'à la levée de l'excitant, et souvent même, le membre excité est incapable de fournir des contractions, et le mouvement se passe dans la patte opposée, un temps variable, quoique cependant très-court, après la levée de l'excitant. Il semblerait ainsi, que lorsque la force nerveuse s'épuise, la transmission de l'impression se fait avec plus de difficulté.

Lorsque les grenouilles sont peu excitables, si l'on fait l'excitation en pinçant le pli dorsal, par exemple, chez les grenouilles suspendues, on obtient un mouvement de flexion au moment de l'application de l'excitant; si celui-ci est maintenu en lui conservant toujours la même intensité, le membre retombera immobile, et une nouvelle flexion se produira à la levée de l'excitant; on n'observe aucun mouvement entre l'application et la levée de l'excitant. Mais remarquons que l'action d'enlever la pince est aussi une nouvelle excitation; de telle sorte, qu'en définitive, il y a deux mouvements produits, mais aussi deux excitations faites.

Lorsque les grenouilles sont très-excitables on obtient des mouvements pendant toute la durée de l'excitation.

Pour faire cette constatation, d'une façon très-nette, il faut, après avoir coupé la moelle, placer les grenouilles sur le ventre et les laisser reposer 5' à 10', alors on saisit le sphincter externe de l'anus, et tant que l'on maintiendra le pincement ou la pression, on verra des mouvements alternatifs d'extension et de flexion très-réguliers dans les deux membres et qui cesseront à la levée de l'excitant.

Je n'ai jamais vu se répéter les mouvements en dehors de toute excitation, chez les grenouilles dont j'avais fait la section au-dessous ou au niveau des nerfs du bras, et lorsque par hasard je les ai rencontrés, j'ai toujours trouvé, soit une

section incomplète, soit une portion du bulbe adhérente à la moelle.

Le caractère le plus essentiel des mouvements réflexes, celui sur lequel Marshall-Hall a insisté le plus avec tant de raison, c'est la nécessité d'une impression pour produire le mouvement réflexe; mais c'est encore l'instantanéité du mouvement. Aussi, toutes les fois que l'on observera des mouvements multiples après une excitation rapide, ou que les mouvements se produiront alors qu'aucune cause extérieure ne peut les avoir provoqués, on pourra être assuré que la section de la moelle est mal faite. Ces résultats arrivent surtout, lorsqu'on cherche à pratiquer la section de la moelle au-dessus du premier nerf brachial, de manière à conserver les mouvements du membre supérieur, et il arrive le plus souvent qu'on laisse adhérente à la moelle une portion du bulbe. Or, dans ces conditions, nous n'avons plus affaire à un simple mouvement réflexe, car il y a perception de l'impression, mouvement coordonné par le bulbe, soit pour repousser l'excitant, soit pour y échapper.

Alors même que l'excitabilité de la moelle est extrême, l'excitation préalable est encore nécessaire, et les expériences de Marshall-Hall nous ont démontré que chez les grenouilles empoisonnées par la strychnine, on pouvait empêcher les convulsions en soustrayant complétement l'animal à toute excitation.

J'ai obtenu les mêmes résultats sur des pigeons et des cochons d'Inde, lorsque j'avais fait la section du bulbe, et auxquels je pratiquais l'insufflation pulmonaire; toujours la réaction était immédiate.

Chez les cochons d'Inde dont la moelle est coupée au-dessus du renflement lombaire, on observe, comme chez les grenouilles, que les mouvements, d'abord immédiats, vifs et précipités, deviennent plus lents à mesure que l'on réitère

les excitations, et c'est alors seulement que, par suite de l'épuisement nerveux, on peut remarquer un intervalle entre l'excitation et le mouvement. Chez eux, aussi, lorsque l'excitabilité est vive et que l'excitant est maintenu, on voit des tentatives de mouvement dans le membre pincé, et des mouvements dans l'autre patte pendant l'application de l'excitant.

Il faut remarquer, à propos de la nature des mouvements, qu'après une seule excitation chez les pigeons et les cabiais, les mouvements sont multiples, alors que la section de la moelle est bien complète; mais ils se succèdent avec rapidité, formant, pour ainsi dire, une seule réaction, et je n'ai jamais observé aucun mouvement après que ces contractions successives avaient cessé.

Je ne puis donc admettre que la volonté intervienne, en quelque façon, à la faveur de cet intervalle pour empêcher le mouvement réflexe. Pour que la volonté puisse agir, il faut qu'il y ait sensation, conscience de l'excitation. Ce n'est donc qu'au cas de mouvements réflexes, précédés de sensation, que pouvait s'appliquer à la rigueur, la remarque de M. Brown-Séquard; cette classe est certainement la moins nombreuse, et je crois avoir démontré que la sensation était complétement indépendante du phénomène réflexe. L'exemple du chatouillement ne prouve rien; remarquons que le chatouillement imprévu provoque immédiatement un simple mouvement réflexe. Quant aux mouvements généraux, au rire convulsif, résultat du chatouillement continué, l'intervalle est plus apparent que réel. Ces convulsions, en effet, ne peuvent se manifester que si la moelle est montée à une grande excitabilité. La volonté est d'abord assez forte pour empêcher le mouvement réflexe qu'elle prévoit, en roidissant le membre, l'immobilisant dans l'extension; mais lorsque sous l'influence des excitations multiples la force

excito-motrice est parvenue à son summum, ses effets priment ceux de la volonté, et le mouvement réflexe se produit malgré elle. Nous verrons plus loin que, chez les animaux qui ont subi la section de la moelle, les excitations répétées dans une certaine mesure, ont précisément pour effet d'augmenter l'excitabilité de la moelle.

INFLUENCE DU REPOS.

Je pratique la section de la moelle au-dessus des membres supérieurs, sur six grenouilles ; j'excite la première, cinq minutes après l'opération ; la deuxième, dix minutes après, etc. ; et je remarque que les mouvements sont d'autant plus intenses qu'il s'est écoulé plus de temps entre la section et l'excitation. On peut, pour plus de précision, dans ces expériences, calculer la force des contractions par le nombre de grammes que soulèvera la grenouille, comme l'a fait M. Brown-Séquard.

M. Brown-Séquard détermine d'abord le poids le plus fort que puisse soulever le membre postérieur d'une grenouille sous l'influence de la volonté, à la hauteur de 2 millimètres, il trouve 60 grammes ; il cherche ensuite quel est le poids maximum que le membre pourra soulever à la même hauteur, par action réflexe, après une section transversale de la moelle au niveau de la troisième paire de nerfs, il arrive aux résultats suivants :

1° Immédiatement après la section de la moelle, la force excito-motrice est quelquefois nulle; cependant elle est, en général, 1/4 ou 1/3 de ce qu'elle était avant l'opération; d'autres fois, 1/2, très-rarement 2/3, et jamais autant qu'avant l'opération.

2° 5 m. après l'opération, augmentation de la force excito-motrice; il est très-rare qu'elle soit nulle alors, ordinairement de 1/3, 1/2, quelquefois les 3/4 de ce qu'elle était avant.

3° 15 m. après, la force excito-motrice augmente encore; en général, 1/2, 3/4, quelquefois autant.

4° 20 ou 25 m. après, elle est ordinairement la même.

5° 1 h. après, la force motrice a augmenté quelquefois du double; en général, elle n'atteint pas aussi haut.

6° 2 ou 3 h. après, elle est le double, quelquefois le triple; arrivée à ce degré, elle n'augmente plus guère que d'une minime quantité, et quelquefois elle a atteint son maximum, cela est rare.

Pour poser ces résultats aussi nettement que possible, donnons les chiffres de poids soulevés par deux belles grenouilles vertes, A et B.

	Avant l'opération.	Aussitôt après.	5 m. après.	15 m. après.	25 m. après.
A.	60 gr.	20 gr.	45 gr.	60 gr.	80 gr.
B.	60	10	30	40	60

	1 h. après.	2 h. après.	4 h. après.	24 h. après.	48 h. après.
A.	130 gr.	140 gr.	140 gr.	150 gr.	150 gr.
B.	100	120	130	140	140

7° 24 h. après l'opération, la force motrice est généralement arrivée à son maximum; quelquefois il faut 2, 3 et 4 jours pour qu'il soit atteint. Dans tous les cas, l'accroissement est extrêmement faible dès que quelques heures se sont écoulées après l'opération. Quand la force motrice a atteint son maximum, elle reste stationnaire pendant 5, 10, 15 et 20 jours, après lesquels elle décroît peu à peu, et si la grenouille survit plusieurs mois à l'opération, la force excito-motrice arrivera à être inférieure à ce qu'elle était avant l'opération.

Ces expériences étaient faites pendant l'hiver; aussi voyons-nous l'augmentation graduelle et lente de la force excito-motrice. On obtient les mêmes résultats pendant l'été, avec une plus grande rapidité, et dans l'espace d'une demi-heure, une heure au plus, on peut obtenir les mêmes variations dans l'intensité de la force excito-motrice.

INFLUENCE DES EXCITATIONS MODÉRÉES SUR LA FORCE EXCITO-MOTRICE.

Si les fortes excitations ont pour résultat d'épuiser l'action réflexe, les excitations modérées, au contraire, l'entretiennent. Elle dure, en effet, plus longtemps chez une grenouille excitée convenablement que chez celle que l'on a laissée dans le repos absolu.

Expérience. — Deux grenouilles mâles, à peu près de même grosseur, sont décapitées toutes les deux à la hauteur de la troisième vertèbre. La température est de 20 degrés; l'une est laissée à l'abri de toute excitation; sur l'autre, je fais environ toutes les 10 minutes une ou plusieurs excitations légères sur les deux membres postérieurs. Chez celle-ci, je note l'accroissement progressif de la force excito-motrice, puis la diminution graduelle. 4 heures 1/2 après la section, elle a perdu complétement ses mouvements réflexes; tandis que la première, au bout de 3 heures à partir du commencement de l'expérience, ne m'avait présenté que de légers mouvements, et 1/4 d'heure plus tard environ, il n'y avait aucune réaction.

On n'obtient pas, dans toutes les expériences, des différences aussi grandes; mais toujours chez les grenouilles qui avaient subi des excitations ménagées, les mouvements réflexes ont persisté plus longtemps que chez celles qu'on avait laissées en repos.

Il est nécessaire, dans ces constatations, de faire plusieurs excitations successives; car la force excito-motrice ne dénote pas immédiatement ses effets; souvent, à une première excitation faible, la moelle ne réagit pas; mais si l'on continue les excitations en leur conservant la même intensité, on voit apparaître des mouvements qui, d'abord légers, deviennent de plus en plus vifs et énergiques. Il faut un certain ébranlement des cellules de la moelle pour qu'elles puissent

manifester leur propriété de réaction, de la même manière que les ronds concentriques produits par le choc d'une petite pierre à la surface de l'eau, se formeront plus rapidement et seront plus nombreux, si une première pierre a déjà mis en ébranlement la surface du liquide.

Il résulte que les excitations fortes et réitérées épuisent la force excito-motrice ; mais les excitations faibles et réitérées augmentent l'énergie des mouvements. Les excitations ménagées à certains intervalles entretiennent la force réflexe, et nous verrons plus loin que, chez les grenouilles empoisonnées par la strychnine, le tétanos se conserve plus longtemps, lorsqu'elles sont soumises de temps en temps à de faibles excitations.

PROPAGATION DE L'ACTION RÉFLEXE.

Nous savons déjà que c'est uniquement au travers de la substance grise que se fait la propagation de l'action réflexe ; mais dans quel sens se propage-t-elle plus facilement? Les auteurs ne sont pas d'accord à ce sujet. Valentin [1] fait observer que, chez les grenouilles décapitées, une légère irritation d'un orteil détermine le mouvement de la patte seulement ; si l'irritation est plus forte, tout le membre se meut : d'où il conclut que la communication est plus facile dans le sens longitudinal. D'après Wolkmann et Van-deen [2], lorsque des mouvements se propagent plus loin que le membre excité, c'est d'abord le membre homonyme du côté opposé qui entre en action. Par conséquent, la communication serait, d'après eux, plus facile dans le sens transversal.

Sur une grenouille décapitée, après avoir mis la moelle

1 Archives de Muller, 1838.

2 *Anatomie générale*, de Henle, t. II.

nu dans toute son étendue, si on la divise longitudinalement en suivant la ligne médiane, l'action réflexe se produira de chaque côté du corps isolément, se transmettant de la patte au bras du même côté. Si, comme l'a fait M. Longet, on laisse une portion de substance grise à la partie supérieure, qui fasse ainsi communiquer les deux portions de la moelle; à la suite de fortes irritations sur un orteil, on pourra déterminer un mouvement dans la patte du côté opposé. L'impression s'est donc transmise dans la moelle longitudinalement d'abord de bas en haut, puis transversalement, en suivant la substance grise intermédiaire; enfin de haut en bas de l'autre côté.

Après la simple section de la moelle au-dessous du bulbe, on peut, en variant l'intensité de l'excitation, obtenir les mêmes effets. Il est d'observation que l'action réflexe a de la tendance à se localiser dans une moitié de la moelle, et j'ai obtenu si souvent ce résultat, que je n'hésite pas à le formuler.

Sur une grenouille, après la section de la moelle au-dessus des nerfs du bras, et que l'on suspend par la tête, si on excite un doigt du côté droit, par exemple, on observe d'abord une contraction de ce bras, et si on continue l'excitation en la rendant plus forte, on observera successivement la contraction des muscles de la paroi abdominale, et le membre du même côté se fléchira, de telle sorte que si on retient les bras entre les mors de la pince, la grenouille semble se soulever à bras tendu, et incline fortement son corps du côté excité, en même temps qu'elle fléchit le membre inférieur. Si je pince la patte, contraction de celle-ci et mouvement du bras du même côté, et si, la grenouille étant couchée à plat ventre, on retient la patte avec la pince, par suite de la contraction des muscles lombaires du même côté, le tronc s'incline fortement du côté excité.

Lorsque l'excitation est vive, l'impression, après avoir cheminé longitudinalement, passe du côté opposé ; ces résultats ne s'obtiennent que chez des grenouilles douées d'une grande excitabilité. Dans ces circonstances, on peut souvent suivre, pour ainsi dire, la marche de l'excitation au travers des cellules de la moelle. En pinçant avec une intensité graduellement croissante la patte d'une grenouille, on voit entrer successivement en mouvement cette patte, puis le bras du même côté, celui du côté opposé et la patte. Ces divers mouvements se succèdent à des intervalles excessivement faibles, mais très-appréciables. Mêmes phénomènes dans l'ordre inverse, si l'excitation est portée sur le bras. Cependant la transmission n'est pas toujours aussi régulière dans ce cas-là. Souvent j'observais, au moment du pincement du bras, un mouvement dans le bras de l'autre côté; mais toujours la contraction de la patte du même côté a précédé le mouvement de la patte du côté opposé. Il faut aussi remarquer que des mouvements, résultat de la propagation de l'action réflexe, sont toujours moins énergiques que ceux qui résultent de l'excitation directe.

M. Chauveau [1] a démontré chez les animaux supérieurs cette facilité de transmission dans le sens longitudinal.

« Sur un cheval, je coupe la moelle en travers au niveau de l'intervalle atloïdo-occipital, et j'entretiens artificiellement la respiration, en pratiquant l'insufflation pulmonaire. J'excite ensuite par le pincement, après l'avoir mis à découvert, l'un des nerfs du membre antérieur ; aussitôt apparaît un ensemble de mouvements, qui se propagent plus ou moins loin suivant l'intensité de l'excitation. Si elle est légère, le membre sur lequel elle s'exerce se meut seul ; si elle est

1 *Gazette médicale*, 1857. Expériences sur les fonctions de la moelle.

plus forte, il survient des contractions dans les membres postérieurs du même côté et dans les muscles du cou. Si enfin je pince très-énergiquement, des mouvements se manifesteront de plus, dans les deux membres du côté opposé. »

Chez les oiseaux, le pincement de la patte détermine d'abord rétraction de celle-ci, puis battement de l'aile du même côté.

Chez les poissons (carpe, tanche), l'excitation des nageoires latérales détermine des mouvements d'inclinaison de la queue du côté de l'excitation.

Chez les anguilles, le lézard, la localisation est encore plus évidente, les excitations sur la partie médiane du corps provoquent une incurvation du même côté qui devient de plus en plus forte, et si les excitations sont trop prolongées, le corps se détend brusquement, et une courbure se fait du côté opposé, mais toujours moins forte qu'elle ne l'était du côté excité [1].

On observe certainement beaucoup de variétés dans les mouvements réflexes. On conçoit que, sous l'influence de diverses causes, telles que présence du sang, etc., tous les points de la moelle ne soient pas également excitables, et qu'alors la transmission soit plus facile dans un sens que dans l'autre; mais les résultats énoncés plus haut me paraissent être l'expression exacte de la vérité.

INFLUENCE DES POINTS EXCITÉS SUR LES MOUVEMENTS RÉFLEXES.

Marshall-Hall considérait le système cutané comme le seul lieu d'origine des nerfs réflexes. Enlever la peau, c'est, d'après lui, détruire l'origine des nerfs excito-moteurs, et

1 *Voir* les expériences citées plus loin.

supprimer par conséquent toute action diastaltique. Cette allégation ne doit pas être acceptée complétement, car si les grenouilles sont excitables, on peut déterminer chez elles des mouvements, alors même que la peau a été enlevée, en agissant directement sur les muscles.

Wolkmann réduisit cette assertion à sa juste valeur, et montra que les extrémités nerveuses périphériques déterminaient plus facilement des mouvements réflexes que les excitations portées sur les troncs nerveux. Si l'on voulait classer les téguments d'après leur facilité à produire l'action réflexe, il faudrait placer en première ligne, la peau, puis la muqueuse intestinale, la surface péritonéale de l'intestin, les muscles, et enfin les troncs nerveux.

On sait qu'il est très-difficile de provoquer chez la grenouille des mouvements en irritant directement le bout central des nerfs sciatiques réséqués. Dans tous les cas, ces mouvements sont faibles.

La toux chez un animal s'obtient facilement en stimulant la muqueuse laryngienne; M. Longet n'a jamais réussi à la provoquer en galvanisant le nerf vague. Cependant Romberg [1] et Cruveilhier [2] ont pu la provoquer par ce moyen. J'ai déjà dit que Muller et Claude-Bernard avaient obtenu des réactions à la suite de la galvanisation du plexus solaire, et des ganglions semi-lunaires.

M. Chauveau [3] a démontré que la piqûre des cordons postérieurs de la moelle déterminait des mouvements d'autant plus facilement qu'elle était faite sur un point plus rapproché de l'émergence des racines, tandis qu'ils étaient moins forts si l'excitation portait sur un point plus rapproché de la

1 Muller's Archives, 1838, p. 311.

2 Nouvelle bibliothèque médicale, 1828, t. II, p. 171, article sur les névralgies viscérales, par Jolly.

3 Journal de physiologie de l'homme et des animaux, 1861.

ligne médiane ou sur les racines postérieures elles-mêmes.

Si, après avoir décapité une grenouille, on enlève la paroi abdominale et qu'on verse quelques gouttes d'acide acétique sur l'intestin, il y aura une réaction sur les membres postérieurs, mais elle sera moins forte que si on lui fait avaler quelques gouttes du même liquide.

Ces différences, suivant qu'on excite les extrémités périphériques ou les troncs nerveux, sont faciles à comprendre. Dans la peau et les muqueuses, le cylinder axis est dégagé de ses enveloppes, et c'est directement sur lui que porte l'excitation; les effets doivent donc être plus violents. Cette même raison nous explique la variété dans l'intensité des mouvements, à la suite des excitations faites à l'émergence des racines postérieures dans la moelle, car en entrant dans le tissu médullaire, le cylinder axis se dépouille de ses enveloppes.

Lorsque les mouvements réflexes existent chez l'homme, ils sont plus vifs si l'excitation est faite sur la peau dépouillée de son épiderme.

Chez les animaux, on obtient difficilement des mouvements réflexes en excitant les régions pourvues de poils; ils s'obtiennent au contraire très-bien au pli crural et à l'extrémité des pattes.

Il est à remarquer que l'action réflexe est surtout très-vive lorsqu'on irrite les extrémités. Chez les grenouilles l'excitation des orteils ou des doigts donne lieu à des mouvements énergiques; au contraire, les excitations de la peau des cuisses et des jambes ne produisent pour la même impression, que des mouvements localisés.

Cette différence est bien plus appréciable chez les grenouilles décapitées et écorchées; les excitations sur les muscles déterminent des mouvements peu intenses, et il suffit de toucher l'extrémité des orteils, ou de plonger les pieds

dans de l'eau acidulée pour obtenir un mouvement réflexe énergique.

Le sphincter externe de l'anus est un des points les plus excitables, et alors même que les mouvements sont difficiles à obtenir à la suite des excitations sur l'extrémité des pattes, on en réveille encore de très-énergiques en excitant l'anus.

Ces différences sont bien plus manifestes chez les animaux cylindriques (tels que lézards et serpents), le moindre contact de l'extrémité caudale suffit pour amener chez le lézard décapité une suite de mouvements analogues à la reptation; le pincement des pattes donne rarement lieu à des mouvements généraux.

Je coupe transversalement le corps d'une anguille au niveau de la troisième vertèbre cervicale, je la suspends par son extrémité supérieure, et si j'excite le bout de la queue, j'obtiens un mouvement général consistant en une série d'incurvations se propageant de bas en haut, et le mouvement s'arrête. Si je fais la même excitation, l'anguille étant placée sur la table, le mouvement se répète plusieurs fois, chaque contact devenant une nouvelle excitation. L'excitation d'une autre partie du corps ne donne lieu qu'à un mouvement localisé.

Chez les poissons, les extrémités des nageoires, surtout de la nageoire caudale, sont les lieux d'élection; tandis qu'en excitant la peau, on produit rarement des mouvements, tant chez les poissons écailleux que chez ceux qui ont la peau lisse.

Chez les animaux à squelette extérieur (écrevisses), il faut porter aussi l'excitation sur des points déterminés, tels que l'extrémité des pattes et l'interstice des pattes pinces.

RELATION ENTRE LES POINTS EXCITÉS ET LES MOUVEMENTS PRODUITS.

Les mouvements réflexes opérés sur les animaux, sous l'influence des excitations, ne sont pas les mêmes, quel que soit le lieu où est appliqué l'excitant ; on peut même dire que les deux causes qui font surtout varier les mouvements sont l'intensité de l'excitation et le point où elle est faite. Les physiologistes se sont peu préoccupés de cette question ; ils se sont bornés, pour étudier les mouvements réflexes, à des excitations portées sur les doigts et les orteils, et on trouve rarament notée dans les observations la relation entre le mouvement produit et le lieu de l'excitation. Après beaucoup d'expériences, qui ont surtout porté sur des grenouilles, il m'a paru que cette relation était utile à connaître. On peut en effet varier à son gré le mouvement en variant le lieu de l'excitation, et déterminer ainsi primitivement, tous les mouvements qui peuvent se passer dans la vie de relation. Ces expériences sont la consécration de cette loi formulée, mais non démontrée par Muller, savoir : que les mouvements se produisent par les paires nerveuses motrices correspondantes à celles qui ont apporté l'excitation ; le mouvement va en s'affaiblissant à mesure que l'on s'éloigne du point de la moelle sur lequel a porté l'ébranlement primitif.

M. Landry[1] dans ses expériences sur l'irritabilité, et dans certaines circonstances, cherchant, sur les cabiais et les grenouilles, à dilacérer la moelle, a obtenu comme effet des sections multiples bien nettes, qui donnent lieu à des con-

1. Traité complet des Paralysies, par O. Landry, p. 32. 1859.

statations intéressantes. J'extrais de l'expérience IX ce qui est relatif aux mouvements réflexes.

« Le 26 juin, sur un chien de petite race, âgé de 7 jours, je pratique une section simple de la moelle épinière, sur un point assez élevé ; puis je cherche à détruire une portion assez notable de cet organe, à une certaine distance au-dessous de la section, immédiatement après, paralysie complète du mouvement et du sentiment, jusqu'à la base du thorax......... Neuf semaines et trois jours après l'opération, lorsqu'on pique suffisamment la plante des pieds de derrière, la queue, et surtout le pourtour de l'anus, des mouvements réflexes bien marqués et assez énergiques ont lieu dans la queue, dans les muscles du pourtour de l'anus et dans toutes les parties des membres pelviens animées par le nerf sciatique ; mais je n'observe aucun mouvement d'extension des jambes, ni de flexion des cuisses sur le bassin. — D'un autre côté, si je pique la peau de l'abdomen ou de la partie antéro-interne des cuisses, les jambes s'étendent, et les cuisses se fléchissent sur le ventre ; mais il ne se passe aucun mouvement dans la queue, les muscles de l'anus ou ceux de la partie postérieure des membres paralysés...... »

Ces variations de mouvement, à la suite d'excitations sur divers points, trouvent leur explication dans des sections multiples faites à la moelle épinière, au lieu de la dilacération. En effet, à l'autopsie « la moelle est divisée transversalement en trois portions par deux intersections. Le segment postérieur donne naissance aux nerfs de la queue et de la presque totalité des racines qui concourent à former le nerf sciatique. Du segment moyen naissent la plupart des nerfs lombaires, en particulier le nerf crural, l'obturateur, ceux qui animent le psoas-iliaque, et en partie les branches abdominales. Le troisième segment constitue le reste de la

moelle ; seul il est complétement en rapport avec l'encéphale ; les deux autres en sont complétement séparés, comme ils le sont entre eux. »

On peut reproduire ces différences de mouvements, alors que la moelle est complète ; décomposer, pour ainsi dire, les contractions musculaires en variant le lieu d'application de l'excitant, recomposer ensuite le mouvement entier en variant la force de l'excitation, les mouvements consécutifs à la première réaction étant soumis aux lois que j'ai indiquées à propos de la propagation de l'action réflexe.

Je présenterai ces variations de mouvements, sous forme d'expériences, car, on peut les constater toutes sur une même grenouille, ayant subi la section de la moelle, immédiatement au-dessous du bulbe et dont les quatre membres seront dans la disposition réflective.

Après la section de la moelle la grenouille est suspendue ; l'excitabilité est vive.

Sur la ligne médiane, en arrière, depuis le point de la section jusqu'à la terminaison du canal médullaire, je promène un stylet mousse et j'observe l'abduction des bras, mouvement d'incurvation du tronc à courbure postérieure, s'accompagnant d'un mouvement d'extension des deux membres inférieurs, avec rotation en arrière ; je fais cette même excitation plusieurs fois de suite, le mouvement se prononce davantage, et il se produit ensuite un mouvement de flexion dans la cuisse, avec extension de la jambe sur la cuisse ; les deux membres se trouvent ainsi rapprochés de la ligne du dos et ils sont violemment rejetés dans la position verticale normale.

Je fais une excitation longitudinale à 2 millimètres envi-

ron sur le côté, il se produit une sorte de torsion du corps du côté excité, mouvement de rotation et d'extension du membre postérieur, de ce côté seulement ; la flexion et la propulsion consécutive manquent le plus souvent.

Je pince la peau sur deux points symétriques au niveau de la terminaison du rachis et j'obtiens le même phénomène que par le contact du stylet sur la ligne médiane.

En avant, sur la ligne médiane, je promène un stylet de haut en bas ; incurvation du tronc en avant, les bras se rapprochent de la paroi abdominale, les cuisses opèrent un mouvement d'adduction, de telle sorte que les parties antérieures des cuisses se regardent l'une et l'autre ; si l'excitation est prolongée il survient la flexion des deux membres inférieurs.

Même résultat en pinçant deux points symétriques de la peau vers le milieu de la ligne médiane.

Si l'excitation est faite sur le côté, on observe les mêmes mouvements, mais bornés au côté excité et s'accompagnant d'une torsion du corps du côté de l'excitation.

Ces mouvements complexes, sont le résultat de la succession de mouvements primitifs que l'on peut obtenir séparément.

Ainsi : excitation sur la ligne médiane en arrière, vers le milieu du canal rachidien ; mouvement simple d'incurvation à courbure postérieure.

Excitation à l'extrémité inférieure de la colonne vertébrale ; rotation en arrière et extension des membres postérieurs.

Excitation médiane en arrière, entre les deux bras ; abduction des bras.

Je ferai remarquer à ce sujet que les mouvements dans les bras diffèrent suivant le sexe de la grenouille. Chez la femelle, à l'état normal, les bras sont ordinairement étendus, tandis que, chez le mâle, ils sont fléchis. Sous l'influence d'excitations entre les bras en avant, chez le mâle, les deux membres se fléchissent davantage et les mains se croisent; chez la femelle, au contraire, le mouvement consiste en une élévation des bras avec adduction. Même différence si l'excitation est faite entre les épaules; les deux bras fléchis de la grenouille mâle opèrent un mouvement d'abduction, et les coudes font saillie en arrière; au contraire, chez la grenouille femelle, les mouvements consistent dans l'abduction, le bras étant étendu, et c'est la main qui se montre sur le côté de la colonne vertébrale.

Des excitations faites de haut en bas, en suivant la crête du sacrum, donnent lieu aux mêmes mouvements que les excitations de la peau à la terminaison du canal rachidien, mais vers le tiers inférieur, ils changent brusquement. Pour bien les étudier, il faut placer la grenouille sur le ventre.

Après avoir déterminé l'incurvation à courbure postérieure, si l'on vient à toucher ce point, il se produit immédiatement une incurvation inverse, et le tronc de la grenouille s'infléchit en avant, la colonne vertébrale et le sacrum formant un angle à sommet postérieur, en même temps que le mouvement d'abduction des membres inférieurs se prononce.

La position des membres influe beaucoup sur le mouvement, à la suite de ces excitations.

Si les membres inférieurs sont fléchis, l'abduction est suivie d'un mouvement d'extension des deux membres; si, au contraire, ils sont étendus, après l'abduction des cuisses, le mouvement de flexion se produira.

Sur toute la longueur du sacrum, la sensibilité réflexe est peu vive, et les mouvements s'opèrent lentement; mais au

sphincter externe de l'anus, on obtient des contractions très-énergiques, consistant en des mouvements de flexion et d'extension rapide dans les deux pattes : si les membres sont fléchis, l'extension est primitive, et les membres, irrités par le frottement sur la table, reviennent à la flexion; si, au contraire, les pattes sont étendues, il y a d'abord une flexion qui est suivie d'une brusque extension des deux pattes. Les excitations sur les points avoisinants déterminent des réactions bien moins vives, et limitées au périnée ou aux muscles de la partie supérieure de la cuisse.

Cette relation se retrouve aussi chez les animaux à sang chaud. Chez les cochons d'Inde qui ont subi la section de la moelle à la région dorsale, l'excitation des pattes détermine un mouvement de flexion, c'est le cas ordinaire.

Si l'on pince sur la ligne médiane, vers le milieu du sacrum ; on obtient l'écartement des cuisses, mouvement d'abduction suivi de l'extension simultanée des deux membres, en même temps que la colonne lombaire s'incurve en arrière. Si on fait l'excitation à la racine de la queue, il y a incurvation en avant de la colonne lombaire et du sacrum, et les deux cuisses exagèrent la flexion. Les excitations doivent être fortes, à cause des poils qui recouvrent cette région. Le cabiai étant placé sur le dos, l'excitation en avant, sur la ligne médiane, détermine un mouvement d'adduction des cuisses, ainsi que l'extension de la jambe sur la cuisse.

On sait que, chez presque tous les animaux, surtout chez les chevaux, le passage de la main sur la colonne vertébrale amène une forte incurvation, qui se prononce surtout lorsque la pression porte sur la colonne lombaire, en même temps que ces animaux écartent les membres postérieurs (mouvement d'abduction).

Dans une observation de paraplégie que je citerai plus loin, on verra que les excitations sur la paroi abdominale, à

la partie inférieure, déterminaient l'extension du membre du côté excité. Marshall-Hall cite aussi un cas analogue observé sur un malade qui, par suite d'une affection des vertèbres, avait perdu complétement le sentiment et le mouvement des extrémités inférieures. « Des frictions pratiquées sur les téguments de l'abdomen, qui d'ailleurs était privé de sentiment, et de l'os des îles du côté droit, déterminèrent une forte extension du côté droit, tandis que, par des frictions sur la région sacrée, on provoquait la flexion du genou et de la cuisse. » Cette dernière constatation était probablement faite lorsque les membres étaient dans l'extension.

Chez les oiseaux, dont on entretient la respiration artificielle, après la section de la moelle au cou, l'excitation à la base de la queue en amène le déplissement en éventail, et les pattes se portent en arrière. Les pincements entre les ailes déterminent des battements réguliers, si l'excitation est maintenue.

Chez les animaux vertébrés, à forme cylindrique, la réaction est plus limitée encore; les mouvements consistent en une simple incurvation du côté excité; et sur les anguilles, par exemple, on peut déterminer une série d'incurvations en sens contraire.

Chez les poissons, l'excitation de certains points détermine aussi des mouvements particuliers.

EXPÉRIENCES

Expérience sur une anguille longue de 45 centimètres. — Je pratique une section transversale au milieu de la troisième vertèbre cervicale.

Il se produit après cette opération un tremblement dans tout le corps; l'anguille, replacée dans l'eau, nage avec vigueur, opérant les mêmes évolutions que si elle était vivante. On voit le tronçon, qui correspond à la tête, raser la paroi du vase et se soulever au-dessus de l'eau comme pour s'échapper; ses mouvements ont cessé au bout de deux minutes; elle reste alors immobile, tournée sur le flanc; je la retire du vase. Si je pince la queue, mouvement vif en

zig-zag, se propageant de bas en haut. Je suspens alors l'anguille. Si on la saisit entre les doigts, en les faisant glisser de haut en bas, on ne sent d'abord qu'une contraction au point excité; mais, à mesure que l'on descend, ces contractions s'étendent, et, arrivé au tiers inférieur, la queue se recourbe avec force. A mesure que l'on descend, l'on voit se relever les plis dorsaux. Si j'excite un point sur le côté du corps, il se forme à cet endroit une incurvation à courbure dirigée du côté de l'excitant et dont celui-ci forme le centre. Si on déplace les excitations de haut en bas, on voit le centre de courbure se déplacer en suivant l'excitant; ces mouvements sont localisés et la queue n'y prend aucune part. Si on excite, en même temps, d'un côté et de l'autre, en laissant la distance nécessaire pour la production du mouvement, il se produit deux courbures inverses. Si on applique les excitants sur deux points symétriques de chaque côté, il ne se produit aucun mouvement. Au bout d'une demi-heure, le tronc ne réagit plus, et pourtant, si l'on touche l'extrémité caudale, il se produit des mouvements généraux énergiques. J'introduis dans le canal rachidien une aiguille fine de manière à dilacérer la moelle de haut en bas (introduction lente), je remarque des mouvements qui sont bornés au point de la moelle touchée, mouvements fibrilaires, se traduisant à l'extérieur par une sorte de frémissement borné complétement au point dilacéré, de telle sorte que l'on peut suivre à l'extérieur le chemin que la tige fait dans l'intérieur du canal. En même temps, les franges dorsales s'élèvent et s'abaissent au moment du passage de la tige; toutes les parties situées au-dessous du point de la moelle excité restent dans l'immobilité complète; phénomène singulier et que l'excitation de la moelle chez les autres animaux était loin de faire soupçonner. Ainsi les lézards réagissent des pattes et surtout de la queue, si on vient à toucher le bout de la moelle au niveau de la section; et tout le monde connaît les convulsions générales qui accompagnent la délacération de la moelle chez les animaux.

Expérience sur deux carpes. — Je pratique la section de la tête. Mouvements réflexes nuls quand on touche le corps; ils sont très-apparents, si on pince la nageoire supérieure, et cette excitation détermine des battements de queue énergiques. Lorsqu'on pince la nageoire supérieure, la nageoire caudale se déploie comme un éventail et exécute des mouvements de torsion à droite et à gauche. Si on pince une des nageoires latérales, les rayons qui forment la nageoire caudale se rapprochent avec force. Les mouvements réflexes disparaissent vite; ils durent à peine huit à dix minutes; il est vrai que la température est de 27 degrés. L'excitation sur la moelle détermine

un battement de queue à gauche, si on excite la moitié gauche; à droite, si on excite la moitié droite.

Expérience sur une tanche.—Section de la tête au-dessous des ouïes. Immédiatement après, pendant 1 minute, mouvement de droite à gauche, mais peu intense; je la mets dans l'eau, elle tombe sur le flanc. Je la retire de l'eau et la je pose à plat sur la table. Je pince la nageoire caudale, il y a mouvement du tronc immédiat. Si je pince la nageoire dorsale, il se produit des mouvements dans la queue, mais peu énergiques. Si on applique les deux réophores d'une pile de Legendre de chaque côté de la nageoire caudale, il y a un mouvement vif et très-fort pendant le passage du courant; ce sont des battements de queue, et tout le tronc se contractant, la tanche est soulevée à trois centimètres au-dessus de la table; j'applique les deux réophores à la nageoire dorsale, je vois celle-ci se déplier en éventail, la queue s'incliner comme pour se rapprocher du point excité, et opérer ensuite un ou deux battements très-vifs, en même temps que les nageoires pectorales exécutent les mouvements latéraux. Les réactions produites avec la pile sont bien plus fortes que celles qui succèdent au pincement. Chez les anguilles, au contraire, la réaction produite par l'agent électrique est moins forte que celle qui succède à la pression. Au bout de 7 minutes, perte complète de mouvements réflexes.

D'après les considérations précédentes, on voit que les mouvements d'abduction et d'extension, etc., peuvent être obtenus comme mouvements primitifs : il est cependant vrai qu'ils s'observent bien moins fréquemment que les mouvements de flexion, et qu'il faut, pour les obtenir les rechercher spécialement. On peut donner la raison de cette prédominance des mouvements de flexion : en effet, toutes les excitations portées sur les pattes doivent nécessairement les déterminer puisque l'impression est transmise directement au nerf sciatique ; et lorsque les grenouilles sont excitables, la transmission se faisant avec facilité dans toute la longueur de la moelle, on obtiendra la flexion, comme mouvement final ; le mouvement d'extension se produit bien, mais il est faible, très-rapide ; aussi faut-il pour l'observer une grande attention. Les mouvements d'extension ne sont

pas, comme on l'a dit, toujours simultanés dans les deux membres. On peut les obtenir sur une patte seule, l'autre n'opérant aucun mouvement, et dans le cas où le mouvement extensif se montre dans les deux, il est moins étendu, dans le côté non excité.

En parlant de la propagation de l'action réflexe, j'ai dit que la transmission longitudinale dans la moelle était la plus facile. On retrouve cette même propagation, même lorsque les sections sont faites immédiatement au-dessus des nerfs lombaires; alors, en faisant une excitation rapide sur le membre inférieur, on obtient un mouvement de flexion, suivi aussitôt de l'extension dans la patte excitée, si l'excitation est plus forte; on observe dans l'autre membre un mouvement d'extension, s'il a été préalablement placé dans la flexion.

Ces expériences demandent une vive excitabilité. On obtient aussi les mêmes effets dans la première période de l'empoisonnement, par les substances opiacées, et la strychnine, alors que les mouvements des fléchisseurs sont encore énergiques, et que l'excitabilité de la moelle est simplement accrue dans toute son étendue. Dans ces cas on voit, pour ainsi dire, cheminer l'impression dans la longueur de la moelle; chaque mouvement se produisant lorsque l'ébranlement, résultat de l'excitation, arrive aux cellules qui servent d'origine aux nerfs qui y président. Ainsi, à la suite d'une excitation, faite sur le membre supérieur, on verra une inclinaison du corps du côté excité, puis un mouvement d'extension de la cuisse et de la jambe, mouvement plus ou moins complet, suivi immédiatement de la flexion. De même, en pinçant brusquement un orteil, on obtiendra un mouvement de flexion, suivi de l'extension, avant que ne se produise le mouvement du bras, ou bien, en même temps, car la succession de ces divers temps est excessivement ra-

pide. On obtient moins souvent ce dernier résultat, mais le premier, c'est-à-dire le mouvement d'extension, précédant la flexion, à la suite d'une excitation du bras, s'obtient dans la majorité des cas, lorsqu'on a soin de prendre des grenouilles excitables et qu'on fait l'expérimentation en les plaçant sur le dos, les membres étant ramenés dans la flexion complète. Lorsque l'excitabilité est moins grande, il peut arriver qu'on n'obtienne que le mouvement d'extension seul.

Ces divers faits, résultat des recherches précédentes, variation du mouvement, suivant le lieu de l'excitation, décomposition du mouvement, suivant l'intensité de l'excitant, et réaction des cellules de la moelle, isolément pour produire la succession de mouvement, nous seront utiles pour constituer la théorie de l'action réflexe; ils nous montrent tout l'automatisme de ces mouvements et nous serviront de caractères distinctifs pour les distinguer des mouvements, résultats d'une impression perçue.

Les variations dans l'intensité des mouvements, et leur propagation, suivant l'intensité de l'excitation, l'influence du repos sur l'action réflexe, et les caractères de cette manifestation de ces mouvements, absents chez les animaux en expérimentation, se retrouvent aussi chez l'homme. Pendant le cours de la rédaction de cette thèse je n'ai pas rencontré des malades qui présentassent des mouvements réflexes d'une grande étendue. Je n'ai trouvé dans les auteurs que les deux observations suivantes :

1re Observation. — *Observation de mouvements réflexes chez l'homme, par Romberg; traduit de l'allemand par Weisberger. — Thèse de Strasbourg*, 1845.

Observation. — « Un jeune homme de 27 ans est pris de paralégie complète consécutivement à une affection des vertèbres

cervicales inférieures; la sensibilité persiste dans les membres paralysés; mais elle est obtuse, surtout dans les membres abdominaux. Au bout de 30 jours, la motilité reparaît dans la main, et ce n'est que le 69e jour que les jambes commencent à exécuter quelques mouvements volontaires. Pendant la première semaine de la paralysie, le chatouillement de la surface plantaire fut suivi d'un léger mouvement de flexion du pied, mais l'expérience n'eut pas toujours le même succès. Ces flexions augmentèrent à dater du 9e jour, et gagnèrent en étendue et en intensité jusqu'au 26e jour. D'abord le chatouillement d'une seule surface plantaire ne détermina des flexions que dans le membre correspondant; plus tard, le mouvement s'étendit à l'autre membre, et au 26e jour il gagna les muscles du tronc et ceux des extrémités supérieures. — Le chatouillement de la plante du pied gauche, pratiquée sur une surface dépouillée de son épiderme, déterminait des mouvements plus énergiques et plus considérables, que le chatouillement de la plante du pied droit.

Du 26e au 29e jour, les mouvements réflectifs furent provoqués dans les extrémités inférieures par le passage des gaz de l'intestin, ou par le contact d'un urinoir froid sur la verge.

L'arrachement des poils de la région pubienne excite des convulsions du tronc et des bras.

Le 41e jour, on appliqua sur la plante des pieds une plaque métallique chauffée, et ce moyen détermina des convulsions plus énergiques que celles observées jusqu'à ce jour. Elles durèrent aussi longtemps que la plaque fut maintenue en contact avec la peau, dont l'épiderme fut soulevée par des ampoules, sans que le malade éprouvât aucune sensation douloureuse. Une plaque du même métal, qui se trouvait à la température ordinaire, n'excita aucun mouvement; on n'obtint pas plus de résultat de l'application de la glace sur les pieds.

Le picotement des membres, l'arrachement des poils avaient un effet analogue au chatouillement.

L'introduction d'une sonde dans l'urèthre occasionna des convulsions dans les membres et le tronc; les mêmes phénomènes furent observés avant et après les évacuations alvines. Chez d'autres malades, les mouvements réflectifs furent égale-

ment bien constatés pendant l'émission des urines et des matières fécales.

Au retour de l'influence cérébrale, le malade pouvait surmonter en quelque sorte les mouvements insolites; mais il lui fallait pour cela déployer toute l'énergie de sa volonté. Les premières tentatives qu'il fit pour marcher, présentaient un singulier mélange de mouvement volontaire et de contraction réflective. Souvent, pendant la station, les jambes se fléchissaient subitement sur les cuisses; ce malade, pour favoriser leur extension, pratiquait sur les parois abdominales des frictions répétées.

Il commença à marcher vers le 140e jour, en s'aidant d'une canne; mais sa marche avait quelque chose d'incertain, de spasmodique, et ressemblait à celle d'un malade atteint de chorée. »

IIe Observation. — *Expériences sur l'action réflexe de la moelle épinière, par le docteur Frédéric Barlow. — Archives de médecine.*

« Le 22 novembre 1839, Sarah Bugh, âgé de 5 ans, fut tout à coup frappé d'hémiplégie du côté droit, immobilité complète du bras, de la jambe et de la face. La température des membres paralysés est plus basse que celle de l'autre côté. Il n'y avait pas perte de sensibilité, car le pincement déterminait de la douleur, mais aucun mouvement volontaire.

Quand le bras était pincé, il se contractait convulsivement; les articulations du coude et du poignet se fléchissaient; le pouce était dirigé en dedans et les doigts se fermaient à moitié. Quand on stimulait pareillemeut la peau des jambes, le membre se relevait. Le chatouillement de la plante du pied avec une plume donnait lieu aux mouvements les plus remarquables. La jambe se contractait avec force; les muscles des orteils se convulsaient, et en même temps le membre supérieur du côté paralysé entrait dans une agitation convulsive; de temps en temps, la moitié du corps qui était saine, se contractait et était violemment agitée.

Le 26 novembre, je fis des expériences comparatives sur l'action du froid et de la chaleur, et il me sembla que la température qui s'éloignait le plus de celle du membre avait une

action plus forte. Avec de l'eau à 90 degrés Farenheit, rien. A 120 degrés, convulsions dans les bras et les jambes. A 140, convulsions plus vives.

Je jetai de l'eau à la joue, sur la poitrine, et il en résulta de fortes inspirations où les deux côtés de la poitrine se dilataient également, ainsi que les ailes du nez. Même dilatation dans l'éternument provoqué. Les muscles de la face, privés de l'influence cérébrale, entraient en action sous l'influence des causes morales qui affectent les muscles respiratoires, dans le sanglot, l'éternument, respiration profonde, etc.

Le 28, la volonté reprend son empire sur l'extrémité inférieure; quelques mouvements spontanés ont été obtenus. Cette force de volonté est moindre que dans le côté sain, et les stimulants extérieurs déterminent encore sur les membres des mouvements qui n'auraient pas eu lieu avec un membre parfaitement sain. Impuissance de la volonté par rapport au bras droit. Pour juger des effets du froid comparativement sur le bras droit et gauche, je plonge le premier dans l'eau froide, il se contracta convulsivement; il n'en fut aucunement de même pour le bras non paralysé. »

Cette troisième observation, que je dois à l'obligeanee de M. Hemey, interne des hôpitaux, nous montrera la persistance de la sensibilité, malgré les mouvements réflexes.

III[e] Observation. — *Observation de mouvements réflexes avec persistance de la sensibilité.*

Observation. — « Le nommé Fourrier Auguste, âgé de 57 ans, ciseleur en cuivre, entre à l'Hôtel-Dieu, service de M. Grisolle, salle Saint-Jean, n° 30, le 2 octobre 1863.

Cet homme est fort et d'une bonne santé habituelle; il n'avait jamais eu de maladie sérieuse, lorsque, il y a deux ans, en décembre 1861, il fut frappé subitement d'une faiblesse telle du côté droit, qu'il tomba sur le sol; une fois relevé, il put rentrer chez lui, et le lendemain il alla encore à pied à Saint-Louis, où il resta pendant six semaines. La paralysie se dissipa complétement et le malade jouit pendant deux ans d'une excellente santé. Mais le 30 septembre 1863, il fut repris de nouveau d'une faiblesse; il tomba en voulant se lever,

mais il ne perdit pas connaissance. Il avait un peu d'embarras de la parole et de la contracture; pendant trois jours, le malade resta chez lui; il fut purgé et entra à l'hôpital le 2 octobre. Examiné le jour même, cet homme répondait avec une grande netteté et sans hésitation aux questions qui lui étaient adressées. Il a une bonne mine. Ses cheveux blancs sont partiellement colorés en vert, ce qui tient à sa profession de fondeur en cuivre. Si on le découvre, on voit de la contracture dans les deux membres supérieur et inférieur du côté gauche; s'il veut serrer quelque objet avec la main de ce côté, il le fait difficilement et avec peu de force; la *sensibilité* est conservée presque intacte. Quant aux mouvements, ils ne sont pas complétement nuls dans le bras, et le 30 octobre, ils sont complétement revenus; la jambe gauche, au contraire, est dans l'immobilité la plus absolue. Aucun mouvement volontaire n'est possible, et cependant il a quelques mouvements réflexes. »

Le même état durait encore le 7 novembre, époque à laquelle je l'examinai à mon tour. Pour constater plus facilement les mouvements réflexes, je plaçai le malade sur le bord du lit, de telle manière que ses jambes pendantes pouvaient exécuter facilement des mouvements. Je pinçai l'orteil du membre gauche qui, à cette époque, n'était pas contracturé, j'obtins des mouvements réflexes, légers, bornés au pied, qui exécutait des mouvements de flexion. Si on pinçait l'extrémité des orteils, on obtenait des mouvements d'abduction et d'adduction, suivant que l'on portait les excitations sur la malléole et le bord du pied, du côté externe ou interne. Malgré la force de l'excitation, je n'obtins jamais des mouvements à la jambe. Le malade sent très-bien, mais le mouvement est complétement involontaire, et il se produit au moment même de l'excitation, soit que le malade regarde le point excité, soit qu'il ait les yeux fermés. Ces mouvements, faciles à provoquer aux premières excitations, ne se produisent plus au bout de cinq ou six, et après un

repos de quelques moments, on pouvait en obtenir encore. Les 7, 8, 9 novembre, même résultat.

A partir de cette époque, les mouvements deviennent moins faciles à obtenir; en même temps la contracture devient plus forte dans le membre, et le 20 novembre la contracture était très-forte; il était difficile de faire étendre la jambe sur la cuisse, en s'y prenant avec les deux mains, et il ne fut plus possible de déterminer aucun mouvement réflexe. Ce malade avait conscience non-seulement du contact, mais il distinguait fort bien le point où il avait été touché; et si on prenait la précaution de lui fermer les yeux, il précisait très-bien le lieu de l'excitation, et appréciait les différences dans l'intensité du pincement. Il ne pouvait empêcher le mouvement réflexe de se produire, mais avait la conscience de la contraction de ses muscles. Cette sensation l'avertit qu'il se passe un mouvement dans sa jambe, mais il ne peut dire quel est le mouvement effectué, et rapporte presque toujours cette sensation musculaire aux muscles du mollet ou au côté externe du tibia, et à sa région supérieure.

MOUVEMENTS RÉFLEXES LIMITÉS A LA VIE ORGANIQUE.

Les ganglions sont-ils des centres d'action réflexes?

L'étude des mouvements réflexes dans la vie organique comprend l'étude des mouvements du canal intestinal, de ceux qui se passent dans les canaux excréteurs, et de ceux qui dépendent des nerfs *vaso-moteurs*. Ils paraissent tous se rattacher à la même loi; tous demandent pour s'accomplir une excitation, la présence d'un centre, l'intégrité des filets nerveux; mais leur constatation expérimentale et l'étude des diverses conditions qui les influencent sont encore presque complétement à faire.

Cela tient à la difficulté de l'expérimentation et au peu de netteté dans les résultats obtenus. Cependant il existe quelques faits importants bien constatés et qui serviront de points de repaire pour les recherches ultérieures.

Je ne parlerai pas ici des mouvements opérés par les muscles de la vie organique à la suite d'impressions sur le système nerveux périphérique de la vie de relation, et réciproquement; je me bornerai à l'étude des mouvements qui sont plus spécialement sous la dépendance du grand sympathique, et la question que je veux étudier est celle de l'influence des ganglions sur les mouvements réflexes; à savoir, si les ganglions peuvent fonctionner comme centres. La présence des corpuscules nerveux, des cellules multipolaires dans la substance grise de ces ganglions, semble, au premier abord, entraîner comme conséquence le rôle de centre réflexe, et cependant les auteurs sont loin d'être d'accord à ce sujet.

D'après une opinion déjà très-ancienne et qui fut soutenue par Winslow, Johnstone, Bichat, etc., les ganglions du grand sympathique devraient être regardés comme de petits cerveaux fonctiônnant indépendamment du centre cérébral; mais les faits sont aujourd'hui trop nombreux pour que l'on puisse admettre une indépendance aussi complète. Le système nerveux céphalo-rachidien et le grand sympathique s'influencent réciproquement; mais tout en admettant cette dépendance, les ganglions ne pourraient-ils pas momentanément fonctionner comme centres d'action réflexe?

Prochaska leur accorda ce pouvoir; il regardait comme une action réflexe dont les ganglions seraient le centre, les mouvements du cœur et des intestins. M. Rouget[1], tout ré-

1. Introduction aux Leçons sur le diagnostic et le traitement des principales formes de paralysies des membres inférieurs, par le Dr Brown-Sequard. 1864. P. XXIX.

cemment, a repris cette opinion, et, d'après lui, les mouvements rhythmiques du cœur sont sous la dépendance des ganglions cardiaques, et spécialement de ceux qui sont situés à la base de la cloison inter-auriculaire.

Grainger et Marshall-Hall admettent, dans chaque ganglion, un système de nerfs excito-moteurs. Wolkmann, au contraire, refuse tout pouvoir réflexe aux ganglions, et il cite des expériences à l'appui de sa manière de voir.

D'après lui, sur des grenouilles décapitées et qui sont dans la disposition aux mouvements réflectifs, le pincement des intestins provoquerait des contractions étendues, tandis que les mêmes excitations, faites après la dilacération de la moelle, ne détermineraient qu'une réaction locale limitée aux points irrités; d'après M. Longet, qui admet aussi cette opinion, on n'obtient, après la destruction de la moelle, qu'une dépression au point touché, et l'on n'observe pas même la rainure circulaire, qui est le premier mouvement produit lorsque la moelle est intacte. Ses expériences étaient faites sur de très-jeunes mammifères décapités; l'excitation consistait soit en pincements de l'intestin, soit en une irritation chimique avec un morceau de potasse caustique déposé sur la muqueuse. Cependant M. Longet[1] ne refuse pas complétement aux ganglions le rôle de centres réflexes, à l'état normal; mais, pour lui, leur action est directement subordonnée à un centre commun d'action (moelle épinière), dont l'anéantissement enrayerait à l'instant même le jeu de tous les autres.

Bidder[2] a vu les mouvements du canal intestinal persister en l'absence du centre cérébro-spinal. Les observations de Lallemand sur les amyélencéphales nous démontrent l'in-

1. Loc. cit., p. 579.
2. Muller's Archiven, 1844. P. 359 et suiv.

fluence des ganglions sur les phénomènes de nutrition et les mouvements intestinaux. Il semblerait même que, dans les premiers temps de la vie du fœtus, les ganglions du grand sympathique fussent seuls suffisants, puisque, d'après Tiedmann, la substance grise de la moelle n'apparaît chez le fœtus que vers le sixième mois.

Il est très-difficile de constater ce pouvoir des ganglions chez les mammifères que l'on vient de décapiter, l'action réflexe disparaissant trop vite; on peut, au contraire, l'étudier avec la plus grande facilité chez les grenouilles.

Expérience. — Grenouille (femelle). — Section de la tête; la paroi abdominale est enlevée; les mouvements réflexes sont énergiques dans les pattes et se propagent facilement. Si on excite l'estomac avec une pince, contraction évidente; il se forme un cercle complet au point touché, et une série de mouvements péristaltiques. — Je détruis alors la moelle en enfonçant une aiguille dans le canal rachidien. — Plus de mouvenents réflexes dans les membres. — Sur une partie du canal alimentaire, qui renfermait des aliments, je fais une excitatien, deux minutes après la dilacération de la moelle, les mêmes phénomènes que précédemment se produisent : formation d'un cercle au point pincé, mouvements de l'intestin se propageant en haut, formation d'un nouveau cercle au-dessus du bol alimentaire, mouvemeuts de haut en bas, etc. A la vérité, ces mouvements semblent se faire moins vite que lorsque la moelle existait. Je supprime toutes les connexions avec le grand sympathique, en coupant avec des ciseaux le plus près possible du bord mésentérique de l'intestin. Je porte l'estomac et une partie de l'intestin sur une plaque de liége. — Il se passe alors un mouvement de retrait dans les fibres de l'intestin; les bosselures et les contractions qu'avaient déterminées les précédentes excitations disparaissent; le calibre de l'intestin devient uniforme et se rapetisse dans tous les sens, devient une corde dure à laquelle les excitations successives ne font subir aucun changement.

Expérience. — Sur une autre grenouille, qui m'avait servi à étudier les mouvements réflexes de la vie de relation, et dont la force excito-motrice était presque épuisée, j'ai pu faire cheminer les aliments dont l'estomac était rempli, au moyen d'excitations successives, à la distance d'un centimètre et demi. Je déchire la moelle en introduisant

dans le canal rachidien une aiguille que j'enfonce à plusieurs reprises. A une première excitation, il se produit un rétrécissement complet de toute la circonférence de l'intestin au point touché; puis, à partir de ce cercle, on voit des mouvements se passer dans les fibres longitudinales, déterminer une petite diminution du calibre, puis il se forme, au-dessus du gonflement produit par le bol alimentaire, un second rétrécissement qui s'étend lentement de haut en bas, repoussant aussi les matières intestinales; je fais alors une seconde excitation un peu au-dessous de la première, et la même série de mouvements se produit.

Je supprime les communications nerveuses avec l'intestin : mêmes phénomènes que dans l'expérience précédente. — L'intestin se ratatine et reprend l'uniformité de calibre.

Le fonctionnement des ganglions, comme centre d'action réflexe, a aussi été démontré par M. Claude-Bernard sur le ganglion sous-maxillaire. On sait que les fonctions de la glande sous-maxillaire sont intermittentes, que la sécrétion de la salive ne se fait dans cette glande que lorsque les excitants sont appliqués sur la surface de la muqueuse bucco-linguale : c'est un phénomène réflexe; l'excitation est transmise par le nerf lingual, et la sécrétion est déterminée par le nerf de la corde du tympan, branche du facial. Le centre est la moelle allongée et le bulbe; ce qui le démontre, c'est que si l'on vient à couper le nerf lingual entre le ganglion sous-maxillaire et la langue, les excitants appliqués sur la langue ne déterminent plus aucun écoulement de salive, le nerf incident étant coupé. Mais dans l'angle de séparation du nerf lingual et de la corde du tympan, au point où celle-ci se détache du nerf lingual pour se rendre à la glande sous-maxillaire, se trouve un ganglion appelé ganglion sous-maxillaire, qui est relié d'une part au nerf lingual par des filets nerveux antérieurs et supérieurs, d'autre part à la corde du tympan, à la glande sous-maxillaire et les glandules avoisinantes par des filets postérieurs. Ce ganglion peut devenir à son tour le centre d'actions réflexes, alors même

qu'il est complétement séparé du centre cérébral par la section du tronc tympano-lingual, et les excitations sur la langue, électriques ou chimiques, telles que l'application de sel marin ou d'éther, peuvent déterminer la sécrétion de la salive sous-maxillaire. Ce phénomène réflexe disparaît complétement après la section du tronc tympano-lingual, si on vient à couper soit les filets qui réunissent le ganglion au nerf lingual, soit ceux qui le réunissent à la corde du tympan. Il est vrai que ces actions réflexes sont moins intenses que celles qu'on obtiendrait si on avait laissé l'appareil tympano-lingual; qu'elles disparaissent au bout d'un certain temps, que l'on n'a pas précisé; mais enfin ils existent réellement, et l'on est en droit d'admettre avec M. Claude-Bernard[1] « que la langue est reliée avec la glande sous-maxillaire par deux arcs nerveux en quelque sorte concentriques; l'un, plus étendu, allant passer par l'encéphale; l'autre, beaucoup plus court, passant par le ganglion sous-maxillaire. A ces deux arcs nerveux correspondent deux sortes d'influences réflexes destinées à agir sur la glande sous-maxillaire. La première, qui traverse le cerveau, est consciente et mise en activité plus spécialement par la fonction gustative de la langue; la deuxième, qui est inconsciente, est transmise par le ganglion sous-maxillaire, et paraîtrait devoir être provoquée plus particulièrement par les conditions d'humidité et de sécheresse de la membrane bucco-linguale. »

Le rôle des ganglions comme centres d'action réflexe doit donc être admis comme démontré; mais il semble, jusqu'à présent du moins, que ce rôle ne peut pas continuer longtemps, et que, pour manifester leur action, les ganglions ont besoin de recevoir de temps en temps l'influx nerveux, la

1. Journal de Physiologie de l'homme et des animaux. T. V, juillet 1862.

force excito-motrice de la moelle épinière. Une expérience entreprise dans le but de vérifier cette hypothèse serait très-difficile à exécuter, si tant est qu'elle fût possible ; car il faudrait supprimer toutes les communications du grand sympathique avec la moelle épinière. Si l'on voulait expérimenter sur un seul ganglion, il faudrait supprimer toutes les communications avec les ganglions voisins, et les résultats obtenus seraient alors très-difficiles à apprécier ; car les filets nerveux qui se rendent à une portion même limitée du canal intestinal, par exemple, ne dérivent pas seulement des ganglions avoisinants, mais encore de presque tous les points de la chaîne ganglionnaire !

Phénomènes réflexes dans les nerfs vaso-moteurs. — Outre les actions réflexes de la vie animale et celles de la vie organique, quant aux phénomènes de mouvement dans les muscles, il y a aussi un autre ordre d'actions réflexes, qui n'a été constaté que dans ces derniers temps, et qui, grâce aux travaux de Claude-Bernard, Waller, Schiff et Brown-Séquard, a fourni une heureuse interprétation de beaucoup de phénomènes pathologiques jusqu'ici inexplicables. Je veux parler des actions réflexes qui se passent dans les nerfs vaso moteurs.

Ces phénomènes se réduisent en dernière analyse à des phénomènes de mouvement, et, comme les autres actions réflexes, demandent, pour se produire, une excitation pour point de départ, une impression, soit sur les fibres du grand sympathique, soit sur les nerfs de la vie animale, un centre qui est tantôt la moelle épinière, tantôt les ganglions du grand sympathique, d'où l'impresssion est réfléchie et va porter le mouvement dans les tuniques vasculaires.

Le rôle des nerfs vaso-moteurs dans la contraction des vaisseaux est nettement établi par des expériences directes.

Si on arrache le ganglion du grand sympathique au cou (chez un lapin), on voit se produire dans l'oreille du même côté une dilatation manifeste des vaisseaux, et comme conséquence de cet abord plus grand, dans les parties du sang augmentation de chaleur (qui peut aller jusqu'à une différence de 17° avec la température du côté sain), hyperesthésie, augmentation des phénomènes de nutrition, sécrétion exagérée des glandes sudoripares, congestion et quelquefois inflammation. Ces divers phénomènes, résultat de la section du grand sympathique, observés déjà depuis longtemps par Pourfour du Petit et Dupuy, ont été étudiés dans ces derniers temps par MM. Claude-Bernard et Brown-Séquard. Ces phénomènes dépendent de la dilatation par paralysie des tuniques vasculaires ; car si, par l'excitation galvanique du nerf, on lui redonne l'activité, on voit apparaître la contraction de ces mêmes vaisseaux : leur calibre diminue de plus en plus, la circulation se ralentit et s'arrête, et la partie qui auparavant était chaude et très-sensible, pâlit, devient froide et perd sa sensibilité.

Les expériences de M. Claude-Bernard sur la couleur du sang dans la glande sous-maxillaire démontrent bien l'influence des nerfs vaso-moteurs sur les sécrétions.

Cette excitation dans les fonctions, directe lorsqu'on fait la section des nerfs vaso-moteurs, se retrouve aussi dans l'état physiologique. Elle est alors un phénomène réflexe, et dépend du conflit des fibres sensitives et motrices. Ainsi la conjonctive rougit, se congestionne, lorsqu'une irritation est faite sur ses nerfs sensitifs en même temps que, par une action du même ordre, la glande lacrymale sécrète plus abondamment. Par suite de l'usage des poudres sternutatoires, il y a augmentation du mucus nasal. Dans les névralgies, les artères battent avec plus de force, et souvent appa-

raissent des congestions sur lesquelles M. Cahen a récemment appelé l'attention, dans les Archives de 1863.

Outre ces phénomènes, qui dépendent de la paralysie temporaire des fibres vaso-motrices, il y a aussi des actions réflexes, qui déterminent la contraction des vaisseaux et par suite les modifications que j'ai signalées après la galvanisation du grand sympathique au cou.

MM. Brown-Sequard et Tholosan[1] ont fait voir que lorsqu'on plonge une main dans de l'eau très-froide, les vaisseaux de la main opposée se contractent; cette contraction des vaisseaux, visible surtout dans les veines sous-cutanées, est d'autant plus prononcée que la sensation du froid et la douleur sont plus marquées. De même, d'après M. Rouget, professeur de physiologie à la Faculté de Montpellier, on peut, après la section du nerf sciatique, déterminer une élévation considérable de la température du côté de la section (dépendant de la section des nerfs vaso-moteurs coupés avec le tronc du sciatique); mais du côté opposé on observera une diminution de la température produite par la contraction réflexe de ces vaisseaux. La diminution de température dans le membre sain peut aller jusqu'à 17°, tandis que l'augmentation de température du côté opéré n'est que de 4 ou 6°. Si, comme l'a fait Snellen, on excite légèrement sur des lapins le nerf auriculaire du plexus cervical mis à nu, on voit les vaisseaux se contracter, l'oreille pâlir et la température baisser. Cet effet est double : il est le résultat d'une excitation directe et d'une excitation réflexe; car si on coupe ce nerf, l'excitation du bout périsphérique donne bien lieu à la contracture, mais l'excitation du bout central la détermine aussi, surtout si l'excitation est faible. Cette contraction dure environ neuf secondes. Elle est bien le résultat

1. Mémoire lu à la Société de Biologie. 1851.

d'une action réflexe ; le bout central du nerf auriculaire agit comme nerf centripète qui apporte une impression au centre médullaire, lequel réagit sur les filets cervicaux du grand sympathique et détermine la contraction des vaisseaux. Snellen a remarqué que cette contracture cessait vite pour faire place à une paralysie, comme après la section du grand sympathique. M. Rouget, répétant les expériences de Snellen, a constaté que, pour obtenir *d'emblée* une dilatation vasculaire, une élévation de température très-prononcée, il suffisait d'exciter le bout central du nerf auriculaire par un fort courant.

Il semblerait résulter de ces expériences que les excitations faibles transmises aux nerfs vaso-moteurs déterminent une contraction vasculaire ; au contraire, les excitations fortes ou prolongées déterminent une paralysie consécutive de ces vaisseaux.

Mais s'il est facile de se rendre compte de la contraction des vaisseaux sanguins et de l'anémie par action réflexe, il devient plus difficile d'expliquer la dilatation de ces vaisseaux. On aurait pu supposer que cette turgescence est le résultat d'un spasme limité aux vaisseaux capillaires, d'où hyperémie, par suite d'un obstacle au passage du sang. Mais cette théorie a contre elle l'augmentation de chaleur, qui ne se montre pas lorsque le sang est simplement en stagnation. Il faut donc admettre l'idée de Waller et de Schiff, d'après laquelle ces phénomènes seraient le résultat d'une paralysie des fibres circulaires ; dès lors les tuniques vasculaires ne réagiraient plus contre la colonne sanguine qu'en vertu de leur élasticité, et l'afflux du sang serait plus grand ; la circulation elle-même serait exagérée, plus rapide. M. Brown-Sequard nous a fourni une ingénieuse interprétation de ce phénomène. D'après lui, la paralysie des vaisseaux dépendrait de la contraction par action réflexe des

vaisseaux de la moelle épinière, contraction limitée, et comme conséquence, anémie dans ce point de substance grise d'où partiraient les nerfs vaso-moteurs, perte de propriétés excito-motrices, d'où la paralysie. A l'appui de sa théorie, M. Brown-Sequard rapporte une expérience dans laquelle il aurait vu se contracter, sous ses yeux, les vaisseaux de la pie-mère sur un cabiai auquel il extirpait les capsules surrénales. Nous verrons plus loin que c'est aussi par l'anémie de la moelle épinière à la suite de contractures réflexes dans les vaisseaux qui se rendent à la substance grise que M. Brown-Sequard explique les paralysies réflexes.

Disons ici, pour réparer un oubli et faire comprendre plus tard les actions réflexes pathologiques, que les nerfs vaso-moteurs naissent de la moelle épinière dans toute son étendue, ainsi que du bulbe. Ils ne se montrent nulle part isolés; au thorax, à l'abdomen, à la tête, ils sont associés au grand sympathique. Dans les membres, ils sont associés au nerf de la vie animale, mais en réalité ils proviennent de la chaîne du grand sympathique à la faveur des anastomoses que celui-ci contracte à son origine avec les paires rachidiennes. Chaque tronc nerveux mixte, le sciatique, par exemple, comprend donc, outre les nerfs de sentiment et de mouvement, des nerfs vaso-moteurs, qui sont intéressés dans la section de ce nerf; on peut, en faisant la section des racines nerveuses couper isolément chaque élément nerveux du nerf mixte et étudier les modifications qui dépendent de la lésion de chacun d'eux. Ces études, qui jettent un grand jour sur certains phénomènes que l'on observe chez les paralytiques au point de vue de l'augmentation ou de la diminution de la température dans les membres paralysés, sont dues à M. Claude-Bernard [1].

1. Journal de Physiologie de l'homme et des animaux. par Brown-Sequard. 1862.

M. Schiff[1] a fait aussi des recherches dans le but de déterminer les parties de la moelle épinière d'où émergent les nerfs vaso-moteurs des différentes régions. Il a obtenu comme principaux résultats : que les nerfs vasculaires de la cuisse naissent de la région lombaire et de la partie inférieure de la région dorsale de la moelle ; ils remontent même quelquefois jusqu'à la septième vertèbre dorsale ; ceux de l'épaule et du bras descendent parfois jusqu'à la cinquième et sixième vertèbres dorsales ; ceux de la jambe et du pied viennent de la région lombaire et sacrée ; ceux de l'avant-bras et de la main naissent de la partie inférieure de la partie cervicale, de la partie supérieure de la région dorsale, et sont unis aux origines des nerfs du plexus brachial.

M. Bernard a démontré récemment que les nerfs vasculaires de la tête et du cou devaient être séparés du centre cilio-spinal, et qu'ils émergeaient de la moelle avec les racines des deux premières paires dorsales.

ACTION DES SUBSTANCES TOXIQUES SUR LA FORCE EXCITO-MOTRICE.

Parmi les substances toxiques, il en est qui portent plus spécialement leur action sur le système nerveux, les unes influençant le cerveau, les autres la moelle épinière, d'autres ces deux organes à la fois. Nous ne nous occuperons que de celles qui semblent influencer plus particulièrement la moelle épinière. C'est surtout depuis Marshall-Hall que les recherches des physiologistes ont été dirigées vers ce but, et les beaux résultats thérapeutiques déjà obtenus doivent encourager à poursuivre cette étude.

Parmi ces substances spéciales, les unes exagèrent le

1. Comptes rendus de l'Académie des sciences. Septembre 1862.

pouvoir excito-moteur de la moelle, les autres, au contraire, le diminuent ou le suppriment immédiatement. J'étudierai d'abord les premières.

SUBSTANCES QUI EXAGÈRENT LE POUVOIR RÉFLEXE.

Strychnine.

Nous devons nous occuper en première ligne de l'action des végétaux du genre strychnos, qui doivent leur propriété à un alcaloïde, la strychnine ; aussi est-ce cette substance spécialement dont on a étudié les effets. C'est Magendie qui a établi le premier, par des expériences faites avec Delile en 1809, que la strychnine portait son action sur la moelle épinière seule ; il regardait cette substance comme un excitant direct de la moelle, c'est-à-dire produisant des convulsions par son contact sur la moelle comme le ferait un excitant mécanique. Plus tard Marshall-Hall, reprenant l'étude de la trychnine avec ses idées nouvelles sur la physiologie de la moelle, démontra le premier qu'elle n'agit que sur le pouvoir excito-moteur, en exagérant les effets réflexes. Il assimila, d'abord en 1847, les effets de la strychnine à ceux du tétanos, plus tard, en 1853, il s'attacha à démontrer que l'animal empoisonné par la strychnine présentait des phénomènes en tous points analogues à ceux de l'épilepsie. « La strychnine, dit-il, est on ne peut plus épileptoïde, surtout chez les chiens. » Il se fondait pour établir cette proposition sur les spasmes laryngiens, et sur ce que l'on évitait les accès, ou du moins on en diminuait la gravité en ouvrant une voie artificielle pour la respiration, en pratiquant la trachéotomie; mode de traitement qu'il avait déjà proposé pour l'épilepsie, lorsque cette maladie, par suite de la violence des convulsions, arrivrait à la période asphyxique. Marshall-Hall démontra que les nerfs n'étaient pas influen-

cés par la strychnine, que l'effet de cette substance était limité au sous-système spinal de la moelle, laissant dans l'intégrité la plus complète le sous-système cérébral et le système ganglionnaire. Tous ceux qui ont étudié l'action de cet alcaloïde ont signalé les convulsions, mais tous ne sont pas d'accord sur la manière d'expliquer le phénomène. D'après Magendie [1] et Muller [2] la noix vomique excite la moelle comme le ferait un agent mécanique ou électrique. Stannius [3] et Claude-Bernard admettent que ce poison agit d'abord sur les extrémités sensitives des nerfs qu'il excite, et de là cette excitation se propageant jusqu'au centre nerveux, viendrait provoquer des convulsions; enfin pour Vandëen [4], Marshall-Hall [5], Brown-Sequard [6], Bonnefin [6] et Martin-Magron [7] la strychnine agit sur la moelle épinière non pour l'exciter directement, mais pour la rendre plus excitable, de telle sorte que des excitations peu intenses déterminent une réaction beaucoup plus forte que dans l'état ordinaire. Il n'est pas dans mon intention de discuter ces diverses opinions, et je considère comme démontré que la strychnine n'agit sur la moelle que pour exagérer son excitabilité.

1. Examen de l'action de quelques végétaux sur la moelle épinière, par Magendie. Janvier 1809.
2. Manuel de physiologie, par J. Muller. Édit. Littré.
3. Muller's Archiven, 1837, p. 223.
4. Traités et découvertes sur la moelle épinière. In-8°, p. 123. Leyde, 1841.
5. Comptes rendus de l'Académie des sciences. 1847. T. XXIV, p. 1054.
6. Recherches expérimentales sur l'action convulsivante des principaux poisons. — Thèse inaugurale de Frédéric-William Bonnefin, 1851.
7. Action comparée de l'extrait de noix-vomique et du curare sur l'économie animale, par MM. Martin-Magron et Buisson. — Inséré dans le Journal de physiologie de l'homme et des animaux, par le Dr Brown-Sequard. Année 1859 et 1860.

Je désire seulement attirer l'attention sur quelques particularités de cet empoisonnement.

Le phénomène le plus remarquable, c'est l'augmentation excessive de la réaction, qui se traduit par des convulsions d'apparence tétanique, à l'occasion de la plus faible irritation; le frôlement de la peau contre la table, résultat du mouvement respiratoire, suffit à lui seul pour provoquer des convulsions, qui paraissent alors avoir lieu spontanément et en dehors de toute excitation. Le plus léger contact du doigt ou d'une barbe de plume, la plus légère secousse de la table, le moindre souffle dirigé sur la grenouille en expérience, suffisent pour déterminer des attaques tétaniques violentes, pendant lesquelles la respiration s'arrête et des secousses convulsives agitent tout le corps, qu'elles maintiennent dans un état de roideur extraordinaire. D'après Marshall-Hall ces attaques ne se manifesteraient que lorsque les excitations seraient portées uniquement sur la peau. On sait que pour lui la condition de l'action réflexe normale est une excitation sur le système cutané. Enlever les origines de ces nerfs (réflexes), en enlevant la peau, c'est, dit-il, détruire les arcs diastaltiques, et avec eux toute action diastaltique.

Cette même erreur se retrouve dans ses expériences sur la strychnine. C'est ainsi que dans sa 39e expérience [1], il enlève les téguments des membres postérieurs d'une grenouille empoisonnée par la strychnine, et voici ce qu'il observe : « Les membres postérieurs deviennent tout à fait mous, plus de spasme, plus de tétanos, même lorsqu'on pinçait les membres, dépourvus de leur peau et en même temps des origines de leurs nerfs incidents excito-moteurs. Les extrémités antérieures étaient dans l'état ordinaire, et, lorsqu'on les irritait, il y avait tout à coup rigidité des mem-

1. Aperçu du système spinal. Page 173.

bres postérieurs. » Même résultat dans sa 40e expérience. J'ai répété souvent cette expérience, et toujours j'ai réussi à faire naître le tétanos en touchant les membres dénudés; l'expérience réussit bien mieux si on écorche la partie postérieure avant l'empoisonnement. Les convulsions paraissent, il est vrai, moins fortes que chez une grenouille qui n'a pas été dénudée, mais ne sait-on pas que chez une grenouille décapitée on obtient aussi des mouvements réflexes bien moins forts si l'on excite directement les muscles que si l'on irrite la peau. Si, comme l'a fait Marshall-Hall, on met les grenouilles à l'abri de toute excitation, il n'y aura pas de tétanos, et, le poison s'éliminant peu à peu, elles n'en éprouveront aucun effet; si, au contraire, on les irrite sans cesse, les attaques se succéderont rapidement et la force excito-motrice sera perdue sans retour, surtout si cette expérience est faite pendant l'été, et si les grenouilles ont été laissées en repos assez longtemps après l'injection du poison. Examinons successivement l'influence de la température et du repos sur l'intensité des convulsions.

On sait que pendant l'été la force réflexe est plus énergique que pendant l'hiver, mais qu'elle dure bien moins longtemps. Chez les grenouilles décapitées, à peine dure-t-elle une demi-heure, une heure pendant l'été, tandis que pendant l'hiver on pourra en constater les effets pendant quatre, huit, et même seize heures : sous l'influence des fortes chaleurs, des irritations successives épuisent bien plus vite la force nerveuse. Tandis que pendant l'été, après deux ou trois épuisements successifs, la force excito-motrice sera complétement perdue, pendant la saison froide, au contraire, on pourra épuiser très-souventl a force nerveuse; elle reparaîtra toujours, et l'épuisement total n'aura lieu qu'après un grand nombre d'épuisements successifs. On retrouve ces mêmes variations chez les grenouilles empoison-

nées par la strychnine; pendant l'été, les excitations successives déterminent la mort par épuisement total de la force excito-motrice; ce resultat ne peut plus être obtenu en hiver, et on n'obtient qu'un épuisement de peu de durée, la force nerveuse se reproduisant avec la plus grande facilité. Les excitations ont aussi une grande influence sur la durée de l'empoisonnement.

J'empoisonne deux grenouilles par la strychnine; je laisse la première dans le repos en ne l'excitant qu'à des intervalles très-éloignés, tandis que j'excite la seconde environ toutes les dix minutes. La première meurt dans des convulsions extrêment fortes, à la première ou à la deuxième excitation, faites au bout d'une demi-heure après l'empoisonnement. La disposition aux attaques tétaniques dure au contraire bien plus longtemps chez la seconde. La force de chaque accès, est diminuée, et par des irritations ménagées, diminuant ainsi la force excito-motrice, nous empêchons les effets de son accumulation. On peut ainsi conserver des grenouilles pendant très-longtemps. J'ai obtenu des convulsions au sixième jour, et M. Pélican a pu en déterminer au quinzième.

Si, sous l'influence des excitations, on peut épuiser complétement la force nerveuse, il est remarquable de voir avec quelle rapidité elle se répare. Dans l'état normal il faut deux ou trois minutes, le plus souvent cinq, avant de pouvoir obtenir un nouveau mouvement réflexe après l'épuisement complet. Avec la strychnine, au contraire, trente-cinq ou quarante-cinq secondes sont à peine nécessaires; mais il faut bien remarquer qu'après un ou deux épuisements successifs, la force nerveuse ne se régénère pas complétement : car au lieu des secousses répétées que l'on obtenait lors des premières excitations, on n'en obtiendra bientôt qu'une seule. Cette étude des variations dans l'empoisonnement

par la strychnine, sous l'influence des excitations, est d'une d'une grande utilité pour le traitement des maladies convulsives. Marshall-Hall a cherché a en tirer des déductions pratiques. « Ces expériences nous apprennent, dit-il, ce qu'il faut faire, ce qu'il faut éviter dans le traitement de certaines maladies, le tétanos traumatique, l'hydrophobie. Nos malades meurent s'ils sont excités ; pourraient-ils survivre s'ils étaient privés absolument de toute excitation extérieure? » Certainement ce serait le meilleur moyen à employer, mais ne voit-on pas l'impossibilité complète d'éviter toute excitation extérieure chez un malade dont les fonctions cérébrales sont intactes et qui se livrera toujours a des mouvements, aussi faibles qu'on voudra les supposer, qui deviendront le point de départ d'une attaque tétanique. La respiration elle-même deviendra une cause suffisante lorsque la moelle sera parvenue à un état extrême d'excitabilité. Si l'on veut bien se rappeler les dernières expériences que j'ai citées, n'est-il pas plus rationnel au contraire d'exciter les malades, mais très-faiblement et à des intervalles assez rapprochés? De cette manière nous éviterons l'accumulation de la force excito-motrice, et les accès seront diminués quant à leur violence et à leur durée.

Tous les auteurs qui ont décrit l'empoisonnement par la strychnine se sont bornés à indiquer les convulsions, et les accès tétaniques leur ont paru le seul résultat de cet empoisonnement. Mais il est facile de voir que la rigidité tétanique n'est que le dernier effet du poison, et qu'avant le tétanos il y a eu dans les mouvements réflexes des différences appréciables, une sorte de transition entre le mouvement réflexe normal et l'attaque tétanique. Pour les constater, il faut empoisonner lentement les animaux, soit en se servant de très-petites doses, soit en introduisant, par la méthode endermique, de petits cristaux de strychnine, qui se dissolvent très-lentement. Si au contraire on fait usage de sels très-

très-solubles, tels que l'acétate, le chlorhydrate de strychnine, on aura un empoisonnement très-rapide (au bout de une, deux, cinq minutes au plus) et les effets seront portés du coup à leur summum; c'est alors que l'on observe en premier lieu l'attaque tétanique. De plus la violence en sera telle, que les animaux mourront au bout de très-peu de temps.

Expérience sur une grenouille. — 9 h. 25 m. Section de la moelle, immédiatement au-dessous des membres supérieurs.

9 h. 30 m. Les mouvements réflexes s'obtiennent avec facilité.

9 h. 40 m. J'introduis sous la peau du ventre environ 2 centigr. de strychnine en cristaux.

9 h. 48 m. Les mouvements réflexes sont augmentés considérablement, mais ne diffèrent pas encore des mouvements normaux.

9. h. 50 m. La grenouille est placée sur le dos, les pattes étendues, et je la mets à l'abri de toute excitation.

10 h. Je touche légèrement une patte, l'excitation se propage rapidement à l'autre, et les deux pattes se fléchissent. Si dans cette position je touche l'une d'elles, il y a immédiatement un violent mouvement d'extension dans les deux, et elles reviennent à la flexion presque complète. Deux excitations successives; à une troisième excitation, tentative d'extension, et les deux membres reviennent à la flexion complète.

10 h. 15 m. J'étends les deux pattes avec précaution, j'excite l'une d'elles faiblement, mouvement de flexion dans les deux, suivi immédiatement d'une extension violente; les deux pattes reviennent à la flexion, mais celle-ci paraît moins prononcée qu'au commencement de l'expérience.

10 h. 27 m. A une excitation faible, brusque mouvement d'extension dans les deux pattes, suivi de quatre ou cinq secousses tétaniques, puis les deux membres reviennent à la flexion.

10 h. 30 m Très-légère excitation; augmentation de la flexion; excitation plus forte, violente secousse tétanique.

J'excite successivement de 3 en 3 minutes, et j'obtiens toujours le même résultat. Je remarque cependant que la flexion qui suit l'attaque tétanique est de moins en moins prononcée.

10 h. 50 m. Le moindre contact détermine le tétanos; les mouvements de flexion sont impossibles à déterminer, quelle précaution que je prenne; les membres restent dans l'extension la plus complète, même pendant l'intervalle des attaques.

Le lendemain, à 9 heures, je l'excite, tétanos violent.

Ainsi, dans cette expérience, les mouvements les plus faciles à obtenir, même dans le commencement, sont les mouvements d'extension. Ceci a lieu de nous étonner, car on sait avec quelle difficulté on les obtient chez les grenouilles décapitées; et, si on les observe, ce n'est jamais comme contraction initiale, à moins que l'on ne porte l'excitation sur des points déterminés. Pour provoquer les mouvements de flexion, il fallait faire de très-faibles excitations, et enfin, à un certain moment donné, lorsque l'empoisonnement, pour ainsi dire, a été complet, il n'a plus été possible de déterminer aucun mouvement de flexion, chaque excitation déterminant une extension complète. Dans le commencement de l'expérience, après l'attaque tétanique, les membres revenaient à la flexion, mais nous avons vu cette flexion diminuer peu à peu, et les membres sont restés dans l'extension complète pendant l'intervalle des convulsions.

Ce fait est susceptible de deux interprétations : 1° sous l'influence de la strychnine, la force excito-motrice est tellement exagérée que les excitations même les plus faibles déterminent une réaction générale, une sorte de décharge sur tous les muscles, et comme l'action des extenseurs est plus forte que celle des fléchisseurs, le membre est forcé de prendre l'extension.

2° La strychnine n'agit que sur les extenseurs, dont elle augmente l'action.

Nous allons examiner cette deuxième opinion. Et d'abord remarquons qu'elle s'accorde bien avec tous les détails de l'expérience précitée. En effet, au fur et à mesure que se fait l'empoisonnement, nous voyons que l'influx nerveux est, pour ainsi dire, enlevé aux fléchisseurs, détourné au profit des extenseurs dont l'action devient prépondérante, tandis que celle des premiers diminue peu à peu jusqu'à ce qu'elle devienne nulle; de plus, à partir du moment où les

attaques tétaniques, avec roideur, et non suivies de flexion des membres, se sont montrées, on n'obtient plus que des mouvements d'extension, aussi longtemps que dure la réaction aux excitations; alors même que la force excito-motrice est presque totalement épuisée par des excitations successives, ou par l'effet du temps qui s'est écoulé depuis l'empoisonnement, c'est toujours une extension que l'on obtiendra. Mais il fallait s'en assurer par des expériences plus directes.

1° Sur une grenouille empoisonnée par la strychnine, je dénude les membres postérieurs et je remarque que pendant l'attaque tétanique le groupe des extenseurs se contracte énergiquement; ils sont très-durs au toucher; les fléchisseurs au contraire ne sont agités que de faibles mouvements fibrillaires et conservent pendant l'attaque une certaine mollesse.

2° Je coupe sur une grenouille les extenseurs et sur une autre les fléchisseurs, et tandis que la deuxième éprouve les attaques tétaniques, la première n'en offre aucune trace. Les excitations faites sur n'importe quel point du corps chez la seconde (fléchisseurs coupés) déterminent constamment le tétanos; les excitations les plus violentes sur celle dont j'ai coupé les extenseurs ne donnent lieu à aucune réaction.

3° Je coupe sur une grenouille, du côté droit, les muscles *extenseurs*, laissant le côté gauche intact, et je l'empoisonne par la strychnine. Lorsque la période tétanique est arrivée, les irritations faites sur le membre opéré déterminent bien le tétanos dans le membre sain, mais aucun mouvement ne se passe dans le membre excité. Cette expérience, que j'ai souvent répétée, m'a toujours donné le même résultat. Si l'irritabilité de la moelle avait été augmentée dans tous ses points, par l'effet de la strychnine, nous aurions dû obtenir

des mouvements de flexion dans le côté opéré, avec d'autant plus de facilité que les fléchisseurs étaient privés de leurs antagonistes. Si, en outre, on veut bien remarquer que chez une grenouille saine à laquelle on aura fait subir la même opération, on obtiendra toujours un mouvement de flexion du côté opéré, on sera bien tenté d'admettre que la strychnine n'agit pas sur les fléchisseurs.

4° Je dénude l'extrémité inférieure d'une grenouille, et après avoir isolé le tronc nerveux, je coupe sur le même membre, à la cuisse et à la jambe, les extenseurs et les fléchisseurs, environ à la réunion du tiers inférieur avec les deux tiers supérieurs. L'animal est ensuite empoisonné par la strychnine; et lorsque la période convulsive est arrivée, j'examine les muscles coupés. Je vois alors manifestement à chaque secousse convulsive, le tronçon supérieur des extenseurs se raccourcir de 1 à 2 millimètres, tandis que les fléchisseurs n'éprouvent qu'un mouvement fibrillaire tout local, et ne subissent aucune diminution de longueur. Si après avoir coupé la moelle à une grenouille, nous lui faisons subir la même opération sans l'empoisonner, lorsque nous l'exciterons, nous obtiendrons des mouvements dans les muscles du côté opéré, mais les deux groupes de muscles y participeront également.

D'après ces faits, je crois légitime de conclure que la strychnine agit surtout sur les *extenseurs*, et que l'uniformité des mouvements convulsifs obtenus dans cet empoisonnement dépend de cette action spéciale. Nous verrons plus loin, lorsque nous étudierons les effets de la picrotoxine, que si nous obtenons des variétés dans les mouvements convulsifs, c'est que la moëlle est alors rendue excitable dans tous ses points.

Je suis heureux de pouvoir citer, à l'appui de la thèse que je soutiens, l'opinion d'un savant physiologiste dont personne

ne contestera l'exactitude et la précision en matière d'expérimentation, M. le docteur Martin Magron.

M. Martin Magron, réfutant dans son mémoire l'antagonisme que l'on avait dit exister entre le curare et la strychnine, démontre que le curare détermine aussi des convulsions, et il attribue ces convulsions, obtenues avant la paralysie des nerfs moteurs, à une petitequantité de strychnine qui aurait le pouvoir d'exciter la moelle épinière et dont l'action précéderait celle du curare :

« Pour exprimer notre pensée toute entière (page 334), ajoutons que nous sommes disposé à croire qu'il y a dans le curare normal, sinon de la strychnine, du moins une subtance analogue; et M. Bernard ne serait pas éloigné de penser ainsi, si l'on s'en rapporte à cette phrase que nous lisons à la page 401 de l'excellent *Traité de toxicologie* de M. Galtier : « M. Bernard, qui a expérimenté tout récemment ce poison (curare), a cru y remarquer une action *mixte* dont l'une serait analogue à celle des strychnées ; il nous a dit que, d'après quelques analyses, M. Pelouze tendrait à y admettre la présence de la strychnine. »

Si l'on veut prendre la peine de comparer l'expérience que je vais citer tout à l'heure avec celle que j'ai relatée plus haut, on verra que l'identité des mouvements convulsifs obtenus avec le curare et la strychnine pure confirme cette supposition.

Indiquant d'une manière générale l'action excitatrice du curare et de la strychnine, M. Martin Magron s'exprime ainsi à la page 480 : « Trois ordres de phénomènes peuvent se présenter : 1° la simple exagération des mouvements réflexes ; 2° les convulsions ; 3° le tétanos. Ces phénomènes observés dans les membres postérieurs des grenouilles nous ont paru caractérisés : le premier par l'entrée en action ou

la prédominance des muscles fléchisseurs; le second, par les contractions simultanées des fléchisseurs et des extenseurs avec prédominance de ces derniers; le troisième, par la durée plus ou moins prolongée de l'extension des membres, avec permanence de la contraction musculaire. » Cette succession de phénomènes est bien manifeste dans l'expérience suivante, et que je crois devoir considérer comme un empoisonnement lent par la strychnine, en vertu des remarques que j'ai présentées plus haut.

Expérience XLVIII [1]. — Après avoir préparé le train postérieur d'une grenouille (ligature de l'aorte au-dessous des iliaques), on coupe la moelle en arrière du bulbe. — A 4 h. 15 m. on injecte sous la peau du ventre une solution de curare. — A 4 h. 20 m., en pinçant une des pattes postérieures, il se produit un mouvement d'extension, puis de flexion dans les pattes de derrière, mouvement qui se répète deux, trois et quatre fois pour un seul pincement. — A 4 h. 57 m. on pince les pattes antérieures, véritable convulsion dans les membres postérieurs. — A 5 heures, en pinçant l'animal, les cuisses, qui étaient fléchies, se fléchissent davantage, et si on répète le pincement, elles semblent hésiter entre la flexion et l'extension, et enfin elles entrent en convulsions. — A 5 h. 23 m. même état.

Les expériences citées à la suite montrent aussi les mouvements de flexion disparaissant peu à peu pour être remplacés par les seuls mouvements d'extension.

Au premier abord il semble difficile d'admettre que la strychnine puisse avoir une action aussi localisée, mais est-ce plus étonnant que de voir, dans les empoisonnements saturnins, la paralysie bornée aux extenseurs de l'avant-bras? Les convulsions tétaniques elles-mêmes ne sont-elles pas souvent localisées dans des groupes de muscles déterminés, comme semble le faire croire l'attitude prise par les malades dans l'opistothonos, et l'empostothonos ?

1. Loc. cit., p. 333.

Morphine.

Les sels de morphine jouissent aussi du pouvoir d'augmenter la force réflexe. Marshall-Hall cependant leur avait attribué une action tout à fait opposée, comme le prouve sa trente-sixième expérience. « J'ai mis une grenouille dans une solution d'acétate de morphine, elle est devenue simplement inerte et immobile; dans quelques positions gênées qu'on la posât, elle ne remuait pas. » Il attribuait au contraire à la narcotine le pouvoir de donner des convulsions, et il conclut de ses expériences que des principes actifs de l'opïum la morphine affecte le cerveau exclusivement, et la narcotine, la moelle épinière d'une façon spéciale.

D'après M. Flourens, les préparations opiacées porteraient leur action sur le cerveau seulement. Orfila a toujours obtenu des convulsions avec les sels de morphine, que M. Longet regarde comme de puissants excitants de la moelle épinière, assimilant leur action à celle de la strychnine.

D'après mes expériences à se sujet, l'action de la morphine est tellement comparable à celle de la strychnine qu'il est impossible dans la période convulsive de distinguer avec laquelle de ces deux substances l'animal a été empoisonné. On remarque cependant une légère dissemblance dans la première période. La sensibilité est aussi grande dans l'un que dans l'autre cas; mais tandis qu'il faut user de précautions pour obtenir des mouvements de flexion chez les grenouilles empoisonnées par la strychnine, avec la morphine ce sont ces mouvements qui prédominent. On remarque d'abord à chaque excitation des mouvements généraux de flexion des membres et du tronc, puis dans une période plus avancée, cette flexion générale est suivie de l'extension, pour arriver enfin à la période tétanique.

Les remarques que j'ai faites pour la strychnine au point de vue de la température, de l'épuisement de la force nerveuse et de sa reproduction, sont en tous points applicables à la morphine. Cette substance paraît aussi dans la dernière période de l'empoisonnement porter son action sur les extenseurs seulement, mais je n'ai pas fait d'expériences directes, aussi ne me prononcerais-je pas avec la même certitude.

Narcotine.

La narcotine jouit-elle de la propriété convulsivante? Orfila fit des expériences avec le principe de Derosne (narcotine), et n'obtint jamais de mouvements convulsifs, bien plus, les animaux (chiens), au lieu d'être excités, paraissaient être dans l'état de stupeur. On sait aussi que l'homme n'en éprouve rien, même à des doses très-fortes. M. Bally (cité par Orfila) en a fait avaler impunément à un homme jusqu'à la dose de cent vingt grains par jour, sous forme de pilules; il avait commencé par cinq, dix, vingt grains. Cependant Marshall-Hall attribue à cette substance une action spéciale sur la force excito-motrice. « Jai mis, dit-il dans sa quarante-septième expérience, quelques gouttes d'une solution d'acétate de narcotine dans la gueule d'une grenouille et j'ai placé l'animal dans une solution semblable, mais faible; le premier signe de l'influence de cet agent consiste à des mouvements alternatifs d'extension et de flexion des deux membres inférieurs, mouvements rapides, énergiques; le second signe est un état tétanoïde des quatre extrémités en avant et latéralement, bien différent de la tension rigide produite par la strychnine, et non moins spéciale et remarquable. » Et il conclut que la narcotine affecte la moelle épinière d'une façon toute spéciale. J'ai d'abord empoisonné des grenouilles saines avec cinq, dix, quinze centigrammes de

narcotine, je n'ai obtenu aucun effet; tout au plus une certaine lenteur des mouvements, peu appréciable du reste, et les grenouilles se sont parfaitement rétablies.

Chez des grenouilles qui avaient subi la section de la moelle, et dont les mouvements réflexes étaient très-énergiques, j'ai fait avaler, ou bien j'ai déposé sous la peau, de la narcotine à différentes doses, depuis 2 centigrammes jusqu'à 10, et la faculté réflexe ne m'a paru influencée en aucune manière.

Ces résultats s'obtiennent lorsque l'on essaye d'empoisonner les animaux avec la narcotine pure; mais cette substance n'est que très-peu soluble, et les effets négatifs dépendent de ce que le poison n'est pas absorbé.

Parmi les sels de narcotine, l'acétate est un des plus solubles; il ne m'a pas été possible de m'en procurer à l'état cristallisé, et je me suis servi, dans mes expériences, d'une solution très-concentrée de narcotine dans l'acide acétique.

Alors les expériences m'ont donné des résultats positifs.

1° Sur plusieurs grenouilles empoisonnées avec quelques gouttes de cette solution, j'ai d'abord remarqué des mouvements généraux par suite de l'excitation faite par l'excès d'acide acétique; puis, les grenouilles marchaient et sautaient naturellement, quoique cependant avec un peu plus de lenteur; plus tard, à l'occasion d'un pincement, il se produisait des mouvements rapides et successifs d'extension et de flexion, se répétant cinq ou six fois, mais ne déterminant aucune progression, après quoi les grenouilles se remettaient à marcher lentement. A cette période, la sensibilité augmente peu à peu, et elle devient si vive vers la fin, que le choc sur la table, le moindre contact, suffisent pour amener une réaction.

2° A la suite d'excitations sur le museau ou sur la peau

du dos avec un stylet mousse, il se produit des mouvements dans les bras, qui se soulèvent au-dessus du corps et se portent en avant ; en même temps, il se passe des mouvements caractéristiques dans les membres postérieurs, consistant en une flexion de la cuisse avec une abduction légère coïncidant avec l'extension de la jambe, de telle sorte qu'à chaque nouvelle excitation le mouvement se prononçant de plus en plus, on arrivait à avoir les deux membres postérieurs presque sur une même ligne horizontale, faisant aussi un angle droit avec la ligne du dos. A cette période on obtient encore des mouvements réflexes normaux, si on vient à pincer les orteils. Cependant, d'une manière générale, on obtient plus facilement des mouvements d'extension, qui deviennent de plus en plus fréquents jusqu'à la troisième période, ou période véritablement convulsive.

3° A chaque excitation, attaque tétanique. Cette convulsion ressemble plutôt à celle que l'on obtient dans l'empoisonnement avec la picrotoxine qu'à celle qui est provoquée par la strychnine : c'est plutôt une roideur générale qu'une secousse convulsive.

Je pratique une section transversale de la moelle au niveau du plexus brachial, sur cinq grenouilles, et leur injecte sous la peau du dos quatre gouttes d'une dissolution concentrée de narcotine dans l'acide acétique. Je n'ai pas obtenu le tétanos, mais j'ai observé les deux premières périodes de l'empoisonnement, et une tendance manifeste aux mouvements généraux d'extension. Ces mouvements étaient presque convulsifs. Il ne faudrait pas inférer de ces résultats que, chez les grenouilles dont la moelle a été coupée, la narcotine ne détermine pas des convulsions ; je ferai remarquer que ces expériences étaient faites en hiver, et que la section de la moelle était pratiquée au niveau des nerfs brachiaux.

On sait, en effet, que les poisons les plus convulsivants, tels que la strychnine, ne produisent pas toujours des convulsions pendant l'hiver, et lorsqu'il ne reste qu'une faible portion de moelle[1].

On doit considérer la narcotine comme une substance capable d'augmenter l'excitabilité de la moelle épinière, probablement dans toute son étendue, ayant ainsi une action analogue à celle de la picrotoxine, au point de vue de la convulsion terminale, mais en différant par les mouvements caractéristiques que j'ai décrits à la deuxième période.

Picrotoxine.

La picrotoxine a une grande influence sur la force excito-motrice de la moelle. M. Bonnefin est le seul qui ait envisagé sous ce point de vue l'action de l'alcaloïde de la coque du levant. Ses expériences, que j'ai répétées et qui m'ont fourni le même résultat, établissent que la picrotoxine agit en augmentant l'excitabilité de la moelle. Je ne m'occuperai pas ici de savoir si cette substance influence les tubercules quatrijumeaux et le cervelet, si elle détermine des mouvements de rotation et l'incoordination des mouvements; je me bornerai à l'étude du mouvement convulsif. Il y a, entre ce poison et ceux que nous venons d'étudier, une très-grande différence. Avec la strychnine et la morphine, la sensibilité était excessive; le plus léger attouchement déterminait une réaction exagérée convulsive; avec la picrotoxine, nous avons bien la réaction convulsive, mais il faut des excitations plus fortes, du moins lorsque les grenouilles n'ont subi aucune opération. Lorsqu'on a coupé la moelle, la sensibilité réflexe est bien augmentée sous l'influence de la picrotoxine, si on la compare à la sensibilité normale réflexe; mais elle est bien loin d'être aussi exquise qu'avec la strychnine et la morphine.

1. Voir Longet, Traité de Physiologie, t. II, p. 288, § IV.

Le phénomène qui frappe d'abord dans l'empoisonnement par la strychnine, c'est la roideur tétanique; lorsqu'il est effectué, il y a immédiatement, au moindre contact, extension violente suivie de secousses tétaniques, se répétant à des intervalles plus ou moins rapprochés. Les membres restent roides, et, dans tous les cas, quel que soit le degré de roideur, les membres restent toujours dans l'extension complète, et à toutes les excitations, on voit se reproduire le même phénomène : *spasme tétanique portant sur les extenseurs.* Dans l'empoisonnement par la picrotoxine, les choses diffèrent; il y a bien des convulsions, mais elles ne portent pas sur un groupe déterminé de muscles; les extenseurs ne sont pas plus atteints que les fléchisseurs, abducteurs ou autres, et les excitations successives ne déterminent pas invariablement le même type convulsif.

L'animal empoisonné par la picrotoxine jouit de tous ses mouvements, et il marche, quoiqu'avec difficulté; mais par suite de l'accumulation d'excitations déterminées par le contact de la peau sur le sol pendant la marche, la faculté réflexe est mise en jeu d'une manière tellement forte que sa puissance prédomine sur la volonté. L'animal est pris alors de convulsions, qui sont tantôt générales, tantôt partielles.

La grenouille se trouve ordinairement saisie par la convulsion pendant l'exécution d'un mouvement; et suivant le temps du mouvement dans lequel elle sera surprise, on notera une position convulsive différente : maintenant, une extension forcée; plus tard, une abduction exagérée; ici, une rotation qui amène le membre convulsé à faire un angle droit avec la ligne dorsale; là, une incurvation de tout le corps, soit en arrière, soit en avant. Les positions les plus bizarres peuvent ainsi être remarquées; de plus, les deux membres sont quelquefois atteints de convulsions, à des époques variables et à différents degrés. Un membre peut

être convulsé, tandis que l'autre exécutera le mouvement commencé avec toute la précision désirable.

Expérience. — A 4 h. Sur une grenouille, ligature de l'iliaque primitive, du côté gauche, au niveau de la bifurcation de l'aorte.

4 h. 5 m. Je place sous la peau du ventre 3 centig. de picrotoxine.

4 h. 11 m. Les épingles qui fixaient la grenouille sur le liége sont enlevées. Celle-ci saute naturellement.

4 h. 16 m. La respiration s'accélère, les mouvements paraissent s'exécuter avec plus de lenteur.

4 h. 20 m. La respiration se fait avec effort. A une excitation, forte convulsion des muscles abdominaux, la respiration s'arrête, puis reprend peu à peu au bout de 4 secondes, les bras s'écartent du tronc et se soulèvent en se portant en avant, les yeux se ferment et le museau semble s'effiler, tout le train antérieur paraît s'allonger.

4 h. 25 m. La grenouille veut marcher, mais après quelques mouvements elle est prise d'une convulsion. La colonne vertébrale s'incurve en arrière, les membres supérieurs, à demi fléchis (c'était un mâle), se soulèvent et se portent au-dessus de la tête; les membres postérieurs s'étendent en totalité, exécutent ensuite un mouvement d'abduction et de rotation en dehors, puis les bras et les pattes reviennent à la position d'une grenouille accroupie.

4 h. 28 m. Je pince faiblement un orteil du côté gauche, la patte se fléchit Même mouvement du côté droit, à une excitation sur le même point.

4 h. 32 m. La grenouille exécute quelques mouvements lents de progression, elle est prise de convulsions dans la position où l'a placée le mouvement qu'elle vient d'exécuter, ses membres se roidissent sur place, et elle continue le mouvement commencé, dès que la convulsion a cessé.

4 h. 35 m. Placée sur le dos, elle fait des mouvements en tous sens pour reprendre sa position normale, mais elle ne peut y parvenir. Elle exécute alors des mouvements énergiques de propulsion des deux pattes, les bras s'agitent en tous sens, puis la grenouille est prise de convulsions spéciales; les deux cuisses sont fléchies sur l'abdomen, les jambes étant étendues, et le tronc fortement incurvé en avant. Ce mouvement de flexion de la colonne vertébrale et des cuisses s'exagère de telle sorte qu'à un moment donné la grenouille ne repose plus sur la table que par le sacrum, alors elle tombe sur le côté, les pattes écartées, et reste dans cette position en état de roideur pendant 15 secondes, après quoi elle revient lentement à la position recoquevillée.

4 h. 37 m. La respiration abdominale ne se fait qu'à de longs intervalles.

4 h. 45 m. Après une convulsion forte, la grenouille est insensible à toute excitation pendant à peu près 2 minutes. Mais pendant cet intervalle de temps, on la voit faire des mouvements volontaires; elle marche lentement, tandis que de fortes excitations portées sur les extrémités au moment où elle vient d'accomplir un mouvement de flexion, par exemple, ne déterminent aucun mouvement réflexe. Lorsque la force excito-motrice reparaît, on voit d'abord des mouvements réflexes simples de flexion, mouvements plus rapides et plus énergiques, puis enfin une convulsion.

4 h. 56 m. Même résultat.

4 h. 60 m. Attaque tétanique.

Les excitations, à partir de ce moment, ont toujours donné l'extension complète.....

9 h. 50 m. La grenouille est trouvée dans l'extension à une excitation; roideur excessive.

On voit, d'après cette observation, que la picrotoxine agit bien sur la moelle et non sur les extrémités nerveuses; car les mouvements convulsifs ont été observés aussi bien sur la patte qui ne recevait plus de sang, et dont les extrémités nerveuses n'avaient pas ressenti l'influence du poison.

Avec la picrotoxine, on voit très-bien que les convulsions ne sont que l'exagération du mouvement réflexe; et de plus, que ceux-ci sont indépendants des mouvements volontaires. En effet, après une série de convulsions provoquées par des excitations multiples, la faculté réflexe étant complétement épuisée, les grenouilles peuvent encore agir volontairement; et cependant, même immédiatement après l'exécution du mouvement volontaire, les excitations intenses ne produisent aucune réaction. La force excito-motrice se reproduisant au bout de quelques instants, une excitation faible produira un mouvement réflexe ordinaire, et si le repos a été suffisant pour que, sous l'action de la picrotoxine, la force nerveuse ait augmenté considérablement, à l'occasion d'une excitation de même intensité que la première, il y aura une

réaction d'une intensité telle que les muscles qui réagissaient naturellement tout à l'heure entreront maintenant en convulsion. Le repos a-t-il été prolongé, la tension de l'axe médullaire est tellement forte, qu'à chaque excitation nous obtiendrons des convulsions générales, après lesquelles : épuisement de la faculté réflexe, conservation du mouvement volontaire, et nous pourrons reproduire la même série de phénomènes.

Si on coupe la moelle épinière à une grenouille au-dessous du plexus brachial, et qu'on l'empoisonne par la picrotoxine, on observe d'abord une augmentation des mouvements réflexes normaux, puis apparaissent des convulsions, et alors nous avons l'état tétanique des membres postérieurs, analogue au spasme strychnique; cependant, c'est plutôt une roideur générale, et il n'y a pas dans le spasme les secousses multiples.

Expérience. — 10 h. 20 m., section de la moelle au-desous des membres supérieurs.

10 h. 30 m., mouvements réflexes énergiques.

10 h. 32 m., je place sous la peau de l'abdomen 3 centigrammes de picrotoxine.

10 h. 40 m., les mouvements réflexes paraissent augmentés.

10 h. 50 m., les excitations faibles se transmettent rapidement au membre du côté opposé, déterminant une flexion rapide et de longue durée. La grenouille est laissée en repos jusqu'à 11 h.

11 h. 30 m., les membres sont trouvés dans l'extension complète. Si j'excite une patte, violente secousse des deux membres, suivie de roideur; les pattes restent dans l'extension. Le lendemain, à 11 h., les spasmes se renouvellent encore à chaque excitation.

Quelle était donc la raison d'une pareille différence dans les mouvements convulsifs obtenus chez les grenouilles empoisonnées par la picrotoxine, suivant que la moelle était coupée ou laissée intacte, tandis qu'avec la strychnine, la morphine, nous obtenions des convulsions identiques dans

les deux cas ? Je ne pouvais admettre que la picrotoxine agissait uniquement sur les extenseurs, puisque, chez des grenouilles intactes, j'avais observé des mouvements convulsifs portant sur les fléchisseurs et autres muscles ; il me parut alors, en examinant de plus près cette convulsion chez les grenouilles dont la moelle était coupée, que les fléchisseurs étaient aussi convulsés, et que la position étendue résultait de la plus grande force normale des extenseurs chez les grenouilles. J'entrepris alors une série d'expériences en tous points analogues à celles que j'avais faites avec la strychnine, et voici les résultats que j'ai obtenus :

1° Sur une grenouille empoisonnée avec 3 centigrammes de picrotoxine, je fais la section de la moelle au-dessous des membres supérieurs ; je coupe, du côté *gauche*, les muscles *extenseurs* de la jambe et du pied, laissant le membre *droit* intact ; je place les deux membres dans la flexion complète, et je laisse la grenouille en repos. Environ deux heures après, la période convulsive est arrivée : le membre droit est dans l'extension complète ; la position du membre gauche est bien différente ; la cuisse est bien étendue, mais la jambe et le pied sont dans la flexion. J'étends complétement cette patte et je fais une excitation sur la peau du dos. Alors, du côté droit, spasme convulsif et roideur du membre dans l'extension ; mais en même temps, du côté gauche, flexion du pied, et quelquefois flexion de la jambe.

Si j'excite le pied du côté opéré, je provoque toujours un mouvement de flexion du pied, et quelquefois de la jambe, et cette excitation, transmise du côté opposé, détermine un soubresaut tétanique extensif. Je place la patte du côté opéré dans la flexion, et je l'excite directement ; j'obtiens alors deux mouvements : l'un se passe dans les muscles de la cuisse, la ramène suivant l'axe du corps ; l'autre dans le pied, qui se porte dans la flexion forcée.

2° Je coupe, sur une grenouille empoisonnée par la picrotoxine, les fléchisseurs d'un côté seulement, et lorsque la période convulsive est arrivée, toute excitation détermine un soubresaut extensif dans les deux membres, ce qui prouve bien que la faculté réflexe est exagérée sous l'influence de la picrotoxine; car si l'on fait la même opération chez une grenouille non empoisonnée, et dont on aura coupé la moelle, on obtiendra difficilement un mouvement dans le membre opéré, même avec excitations directes.

3° Sur une grenouille empoisonnée par la picrotoxine et qui a subi la section de la moelle, je dénude complétement le train postérieur, et je coupe sur le même membre les extenseurs et les fléchisseurs, à la réunion de leur tiers inférieur avec les deux tiers supérieurs, et lorsque les convulsions se manifestent je vois les bouts supérieurs, tant des muscles fléchisseurs que des extenseurs, se raccourcir environ de un ou deux millimètres. Dans la patte laissée intacte, extension complète.

De ces expériences on peut conclure que, contrairement à la strychnine, la picrotoxine agit sur tous les points de la moelle épinière (substance grise), et que la position étendue résulte de la prépondérance normale des muscles extenseurs. On s'explique ainsi très-bien les variations observées dans les mouvements convulsifs chez les animaux soumis à la picrotoxine, ainsi que les diverses attitudes prises par ces animaux à la fin des convulsions.

Ces différences dans les mouvements convulsifs sous l'influence de poisons divers sont, on le voit, très-remarquables, et peuvent servir de signe diagnostique précieux. On peut, en effet, distinguer, par les mouvements convulsifs, si une grenouille a été empoisonnée par la strychnine, la narcotine ou la picrotoxine. Ces différences se retrouvent aussi, quoique moins caractérisées, chez les animaux supérieurs;

et pour s'en convaincre, on n'a qu'à lire dans Orfila[1] les détails des expériences faites avec la strychnine et la picrotoxine.

Il y a bien d'autres substances encore qui occasionnent des convulsions en agissant sur la moelle; mais avec ces substances, l'augmentation des propriétés excito-motrices n'est qu'un phénomène accessoire. Parmi elles, nous devons signaler la nicotine, si bien étudiée par MM. Claude-Bernard et Vulpian[2]; mais avec la nicotine, cette exaltation des propriétés réflexes est de peu de durée; elle est bientôt remplacée par un affaissement général résultant d'une paralysie des extrémités motrices, action analogue à celle du curare. Il en est de même de la vératrine, de la cicutine; mais avec ces substances, comme avec le cyanure de mercure, l'acide oxalique et autres, les convulsions ne sont qu'un épiphénomène, et n'agissent pas sur la force excito-motrice spécialement.

SUBSTANCES TOXIQUES QUI DIMINUENT LA FORCE EXCITO-MOTRICE.

Parmi les poisons qui agissent sur le système nerveux central pour lui faire perdre son excitabilité, les uns, comme l'acide cyanhydrique, et l'aconitine, diminuent les mouvements réflexes; les autres, tels que l'éther et le chloroforme, les suppriment presque instantanément.

Acide cyanhydrique. — Si j'étudie d'abord les effets de l'acide cyanhydrique, c'est que pendant longtemps il a été considéré comme un poison convulsivant, et naguère en-

1. Voyez Orfila, Traité des poisons, 3e édit., t. II, 1826, p. 413, 347 et suiv.
2. Société de Biologie, comptes rendus de 1859, p. 152.

core M. Bonnefin, en 1851, dans sa thèse inaugurale [1], appliquant à l'acide cyanhydrique les mêmes procédés expérimentaux qu'il avait employés pour la strychnine et la picrotoxine, a proposé les conclusions suivantes :

« Les convulsions causées par l'acide cyanhydrique proviennent d'une action exercée par le poison sur les diverses parties du centre cérébro-rachidien, capables de donner lieu à des mouvements quand on les excite.

« Il y a lieu de croire que l'acide cyanhydrique n'excite pas et qu'il ne fait qu'accroître l'énergie de la faculté réflexe. »

Ses expériences avaient porté sur des pigeons, des coqs, des batraciens. M. Bonnefin est en désaccord avec tous les physiologistes qui ont expérimenté l'acide cyanhydrique sur les animaux à sang froid. Aussi reproduirais-je textuellement une des expériences de l'auteur pour montrer clairement son opinion :

« Si, sur une grenouille dépouillée de ses lobes cérébraux, l'on fait une section transversale complète de la moelle allongée dans son milieu, puis une section transversale de la moelle épinière au niveau de la troisième vertèbre, de manière que ce qui reste du centre cérébro-rachidien soit séparé en trois parties, on trouve, en empoisonnant cet animal avec de l'acide cyanhydrique, que des convulsions éclatent dans tout le corps lorsqu'on pince la peau des membres et de la tête. Il suit de là que les tubercules quadrijumeaux, de même que la moelle épinière dans toute son étendue, sont capables de donner lieu à des convulsions sous l'influence du poison que nous étudions. »

1. Recherches expérimentales sur l'action convulsivante des principaux poisons. William Bonnefin. Paris, 1851.

J'ai entrepris, de mon côté, de rechercher l'action convulsivante de l'acide cyanhydrique, et j'ai expérimenté sur des grenouilles avec de l'acide cyanhydrique, au douzième et au quart. Quel qu'ait été le degré de concentration de l'acide, les résultats ont toujours été les mêmes, et loin d'observer des mouvements convulsifs, j'ai toujours eu, comme phénomène prédominant, la perte de sensibilité générale, et les grenouilles soumises à l'influence de cet agent ont toujours présenté un engourdissement et une torpeur générale. Les grenouilles empoisonnées par l'acide cyanhydrique se comportent comme celles dont on a enlevé le cerveau et les tubercules optiques ; elles sentent très-peu et se laissent placer facilement dans toutes les positions, si bizarres qu'on les choisisse ; puis, on les voit faire spontanément des mouvements faibles, qui semblent incoordonnés et qui diminuent à mesure que marche l'empoisonnement ; elles sont insensibles aux excitations, et bientôt il leur est impossible de se remettre sur le ventre, si on les a placées sur le dos. Les mouvements spontanés deviennent de plus en plus faibles, et la grenouille meurt au bout d'une demi-heure, d'une heure au plus. Cette durée de l'empoisonnement, comparée à la mort subite qu'on obtient chez les animaux supérieurs soumis au même agent, a tout lieu de nous étonner. Il est en effet impossible de tuer les grenouilles en très-peu de temps, même en se servant de l'acide cyanhydrique pur.

Passons à l'examen de la force excito-motrice. Sur deux grenouilles, je pratique la section de la moelle au-dessous des membres supérieurs ; les mouvements réflexes paraissent avoir la même intensité. Chez l'une, j'injecte sous la peau du ventre quatre gouttes d'acide cyanhydrique au quart. Au bout d'une demi-heure, je n'obtiens plus aucune réaction chez cette grenouille empoisonnée ; chez l'autre, au contraire, les mouvements réflexes persistent trois heures

et demie. Ces expériences ont été faites en hiver. Le résultat a presque toujours été le même; l'acide cyanhydrique paraît donc avoir une action déprimante sur le pouvoir réflexe.

Dans une autre série d'expériences, je me suis servi de la strychnine pour faire la contre-épreuve.

1° Après avoir coupé la moelle à une grenouille, je l'empoisonne avec deux centigrammes de strychnine que j'avais fait préalablement dissoudre dans six gouttes d'acide cyanhydrique au quart, je n'ai obtenu le plus souvent aucune convulsion; et si quelquefois elles se sont montrées, elles ont toujours été moins intenses que chez une grenouille empoisonnée avec la même quantité de strychnine, sans acide cyanhydrique.

2° J'empoisonne deux grenouilles par la strychnine, après leur avoir fait subir la section de la moelle, et lorsque le tétanos apparaît, je fais avaler à l'une d'elles quatre gouttes d'acide cyanhydrique. Les convulsions diminuent rapidement d'intensité. Au bout d'une heure à peu près, je n'obtiens plus aucune convulsion, tandis que le tétanos est très-violent chez l'autre. L'acide cyanhydrique diminue donc la force excito-motrice d'une manière notable, puisqu'il peut empêcher l'action excitante de la strychnine.

M. Bonnefin s'est évidemment trompé lorsqu'il a cru voir des convulsions chez les grenouilles empoisonnées avec l'acide cyanhydrique.

Du reste, cette action déprimante de l'acide cyanhydrique avait été déjà constatée par tous les physiologistes qui avaient expérimenté sur des animaux à sang froid. Coullon[1], Gasan[2], Orfila, sont tous d'accord pour affirmer que l'acide

1. Recherches et Considérations médicales sur l'acide hydrocyanique, par Joseph Coullon.

2. Essai sur les effets de l'acide prussique. — Dissertation inaugurale. Paris, 1815.

cyanhydrique ne donne pas de convulsions. Chez les animaux à sang froid, ils ont tous noté, au contraire, la perte de la sensibilité.

D'après Mayer[1], l'acide cyanhydrique agirait localement sur les nerfs, en détruisant partout la sensibilité et le mouvement. Cette opinion est complétement erronée, et il est facile de prouver que l'acide cyanhydrique n'agit pas sur les extrémités sensitives et qu'il porte son action sur l'axe cérébro-spinal. Car si on fait la ligature de l'iliaque d'un seul côté, chez une grenouille soumise à l'acide cyanhydrique, on n'observera aucune différence entre les deux membres, et cependant l'acide cyanhydrique n'aura pas été en contact avec les extrémités nerveuses du côté opéré.

D'après Kolliker[2], qui a aussi expérimenté sur des grenouilles, l'acide hydro cyanique agit d'abord sur le cerveau en le paralysant, puis sur la moelle, en supprimant d'abord l'action réflexe.

Cette dernière opinion me paraît la seule vraie, et on y est conduit directement par les expériences précitées.

Cependant, tous les auteurs sont d'accord pour signaler les convulsions chez les animaux supérieurs; à quoi peut tenir une semblable différence? Et d'abord, quelles sont ces convulsions? Je laisse tomber dans la gueule d'un cochon d'Inde deux gouttes d'acide cyanhydrique au quart; l'animal, laissé en liberté, marche pendant dix secondes, puis s'arrête, se pelotonne; au bout d'une minute et demie, sa respiration s'accélère, devient suspirieuse, puis l'animal soulève la tête, l'incline sur le côté et tombe sur le flanc, en se débattant en tout sens. La respiration s'arrête subitement. Je pince une patte, j'obtiens des mouvements géné-

1. Archives de Roren et Wanderlich, 1843.
2. Archives de pathologie, anatomie, physiol., de Kolliker, 1858.

raux convulsifs, et au bout de trois minutes, à partir du commencement de l'expérience, l'animal était complétement mort et ne donnait aucun indice de réaction.

Si l'on veut bien remarquer la rapidité de la mort, la coïncidence des mouvements convulsifs avec la suppression de la respiration, ne sera-t-on pas fondé à les attribuer à l'asphyxie. C'est ce dont on peut s'assurer, du reste, en faisant l'expérience comparative : liez la trachée à un cochon d'Inde, empoisonnez-en un autre par l'acide cyanhydrique, et vous obtiendrez des phénomènes convulsifs identiques. Rien d'étonnant qu'on n'observe pas de convulsions chez les animaux à sang froid, car on peut impunément lier la trachée à une grenouille, elle n'en éprouvera presque aucun effet, la respiration cutanée suppléant à la respiration pulmonaire.

L'acide cyanhydrique paraît aussi avoir une action spéciale sur le sang, ainsi que l'a constaté M. Coze, doyen de la faculté de Strasbourg. A cause de l'asphyxie qu'il détermine chez les animaux à sang chaud, il est difficile d'apprécier son action sur la force excito-motrice; mais chez les animaux à sang froid et peut-être même chez les hibernants. je crois qu'il faut admettre que l'acide cyanhydrique agit sur la moelle épinière pour diminuer sa propriété excito-motrice.

Aconitine. — Les expériences de MM. le professeur Liégeois et Hottot nous ont appris que l'aconitine diminuait le pouvoir excito-moteur de la moelle : ils ont lié l'aorte à la partie supérieure, chez une grenouille, de manière à empêcher l'arrivée du sang à la portion de moelle située au-dessous de la ligature, et ils ont toujours vu les mouvements réflexes persister plus longtemps et avec plus d'énergie que si aucune ligature n'avait été faite. Si, après avoir coupé la moelle à une grenouille, on l'empoisonne

avec l'aconitine, on verra les mouvements réflexes disparaître bien plus vite que chez une grenouille dont on aurait coupé la moelle, mais qui n'aurait pas été empoisonnée. Mais le fait le plus curieux remarqué dans cet empoisonnement, c'est que les mouvements volontaires persistent plus longtemps que les mouvements réflexes, quoique la sensibilité soit complétement abolie. Les grenouilles sont insensibles à toutes les excitations, et cependant, à un moment donné, on les voit se redresser tout à coup et faire un ou plusieurs bonds. Je n'insiste pas ici sur ce fait singulier, que nous étudierons plus en détail à l'occasion de la théorie des mouvements réflexes.

Ether et Chloroforme. — Le chloroforme et l'éther agissent de la même manière sur la force excito-motrice de la moelle, ils la suppriment complétement. Marshall-Hall avait déjà signalé cette action du chloroforme, M. le professeur Longet l'a démontré pour l'éther. La faculté réflexe se perd très-vite, soit que le chlorolorme ait été inhalé, soit qu'il ait été absorbé par la peau sur les muqueuses.

J'ai fait avaler à des grenouilles (qui avaient subi la section de la moelle) quatre à six gouttes de chloroforme et j'ai obtenu une abolition complète des mouvements réflexes; au bout de deux minutes, tout au plus, il n'y avait plus aucune trace de réaction. Je n'ai jamais observé les convulsions qui, d'après M. Landry, précéderaient la période de collapsus. Le chloroforme et l'éther agissant sur la force excito-motrice pour la détruire, doivent neutraliser les efforts de la strychnine, c'est ce que démontre l'expérience directe. A certaines doses, à la détermination desquelles on ne peut arriver que par tâtonnement, ces substances, introduites simultanément, ne produisent

aucun effet, l'action excitante de l'une étant contrebalancée par l'action déprimante de l'autre, et réciproquement. C'est, guidé par ces expériences physiologiques, que l'on a proposé le chloroforme contre le tétanos, et plusieurs cas de guérison sont venus justifier la justesse de ces vues.

Les inhalations d'éther et de chloroforme n'ont pas une influence immédiate sur la force excito-motrice ; elles n'agissent sur la moelle qu'après avoir porté leur action préalablement sur le cerveau et la protubérance. M. Longet a montré que l'on pouvait éthériser l'une ou l'autre de ces parties isolément Il s'est servi de l'extirpation du cerveau et de la protubérance chez les animaux (chiens, lapins) pour contre-épreuve, il a pu obtenir les deux périodes suivantes : Dans l'une, l'animal est engourdi, ne peut plus se tenir sur ses membres, tombe sur le flanc, s'agite, s'accroupit, puis bientôt devient étranger au monde extérieur, n'exécute aucun mouvement et demeure plongé dans un sommeil profond. Toutefois, il crie encore, et s'agite de nouveau si l'on pince fortement une partie sensible du corps, sans *s'éveiller* pour réagir d'une manière efficace et volontaire contre cette violence extérieure. Cette période est celle de *l'éthérisation des lobes cérébraux*, et même des autres parties encéphaliques : cervelet, tubercules quadrijumeaux, etc., excepté la protubérance et le bulbe rachidien. Dans l'autre période, les animaux ayant subi longtemps l'inhalation éthérisée ne crient plus, ne s'agitent plus, ne sentent plus, même quand on tiraille et qu'on dilacère les parties les plus sensibles de leur système nerveux ; c'est la période *de l'éthérisation de la protubérance*, mais la moelle conserve encore son pouvoir réflexe ; enfin, l'éthérisation est-elle continuée, il y a perte absolue des mouvements réflexes, et le bulbe étant lui-même atteint, il y

la cessation de la respiration, des battements du cœur, syncope et asphyxie.

Dans les opérations chirurgicales on cherche à obtenir la première période ; souvent, sans danger, on peut chercher à obtenir la deuxième et le commencement de la troisième. Le chloroforme est quelquefois employé pour diminuer ou supprimer la douleur, et alors la première période d'éthérisation suffit, je veux parler des cas d'accouchement. Dans ce cas il faut peu éthériser pour conserver intact le pouvoir réflexe de la moelle nécessaire à la contraction utérine. Si au contraire on veut prévenir les convulsions éclamptiques, il faut éthériser fortement.

Sous l'influence des inhalations de chloroforme chez l'homme, les mouvements réflexes dépendant de la moelle allongée, sont aussi abolis ; les irritations les plus énergiques appliquées sur la muqueuse pharyngienne, ne déterminent plus les mouvements de déglutition et l'occlusion concomitante de la glotte. Aussi ne doit-on qu'approuver les craintes des chirurgiens qui redoutent de pratiquer l'éthérisation pour les opérations pratiquées dans la gorge et les fosses nasales.

On a bien fait avec succès des opérations de ce genre, et on comprend que le danger soit minime si la quantité de sang est faible, et si le malade est dans la position verticale, car alors le sang, arrété par l'épiglotte relevée en forme d'éperon, passe dans les rigoles formées par les replis arythéno-épiglottiques, côtoie le larynx et tombe dans l'œsophage ; mais si la quantité de sang est plus grande, ou bien si le sujet est placé dans la position horizontale, le sang pénétrera par le larynx en glissant sur la face glottique de l'épiglotte, qui se trouve alors couchée sur la face supérieure de la langue, et les malades, ne pouvant réagir, meurent asphyxiés.

DES MOUVEMENTS RÉFLEXES SUIVANT LES ESPÈCES ANIMALES.

Si, sous le nom de mouvements réflexes, on comprend toute la classe de mouvements qui surviennent à la suite d'une excitation, on peut affirmer qu'on les rencontre chez tous les animaux, depuis le zoophyte jusqu'à l'homme. Mais il y a une grande différence dans leur manifestation, quant à leur étendue et à leur nature. Les travaux d'anatomie comparée publiés surtout dans ce dernier siècle, nous montrent le système nerveux passant par des transitions insensibles pour arriver à se constituer à l'état d'axe cérébro-spinal, et nous verrons que la sensation et la volonté subissent aussi des changements successifs avant d'être localisées dans la région encéphalique.

Chez les animaux neuromyaires, tels que les polypes, les planaires etc., toutes les parties du corps sentent et se meuvent, toutes transmettent aux autres avec facilité les impressions et le mouvement, aussi peuvent-ils exécuter des mouvements de totalité : mais chaque partie jouit individuellement de ces deux propriétés, chacune recèle la sensibilité et la volonté.

Si on coupe une planaire transversalement, la moitié antérieure et postérieure continue à marcher dans le même sens qu'auparavant, la queue n'a plus de chef qui la dirige, et pourtant elle marche toujours portant sa plaie en avant, de telle sorte que, suivant Dugès [1], l'animal est tout cerveau comme il est tout muscle, chaque molécule est *polarisée*

1. Dugès. Traité de physiologie comparée de l'homme et des animaux. 1838, p. 37, t. Ier.

comme le tout. Chaque tronçon formé jouit de la vie comme l'animal entier, de même que les fragments d'un aimant possèdent les mêmes propriétés que le barreau que l'on vient de briser.

A mesure que l'on s'élève dans l'échelle animale, il est facile de voir que le système nerveux tend à se concentrer. D'abord il est disséminé au milieu des tissus, puis on voit apparaître des masses centrales, des ganglions, qui tendent à se rapprocher de la ligne médiane. Plus tard les ganglions pairs se soudent entre eux, n'étant réunis que par de minces filets de communication. Le sentiment et la volonté suivent la même marche. Existant d'abord dans tout le tissu nerveux, il se concentre dans les ganglions, qui jouent alors le rôle de cerveau pour toutes les parties animées par les nerfs qui émanent de ces ganglions. Plus tard la coalescence s'effectue d'avantage, les ganglions de la ligne médiane se soudent entre eux, formant, comme chez les insectes, un cordon nerveux longitudinal renflé à distance et que presque tous les anatomistes de nos jours, Cuvier, Gall, Carus et de Blainville, etc., s'accordent à regarder comme l'analogue de la moelle épinière des vertébrés. A mesure que s'opèrent ces transmutations organiques, les ganglions supérieurs sur-et sous-œsophagiens acquièrent une importance plus grande; la volonté et le sentiment se retirent d'un pas graduel; chaque ganglion ne jouit plus d'un pouvoir illimité, les supérieurs jouissent d'une importance de plus en plus marquée, et c'est à eux que l'on doit plus spécialement réserver le nom de cerveau.

Cette coalescence des ganglions est un indice de perfectionnement, elle est facile à observer dans les métamorphoses subies par les insectes. Ainsi, la chenille possède treize ganglions; chez le papillon, les 11[e], 12[e], 13[e] n'en font qu'un rétréci dans son milieu ; le 2[e] et le 3[e] sont également confon-

dus, les 5e, 6e et 4e même ne constituent plus qu'une masse perforée et légèrement étranglée. Il en est de même pour les coléoptères; à l'état de larves, les ganglions sont plus nombreux que chez l'insecte parfait, où ils sont réunis en masse, correspondant principalement à la tête, mésothorax, thorax et abdomen.

L'âge suffit seul pour amener cette coalescence; l'écrevisse, dans le très-jeune âge, possède au thorax une chaîne de renflements nerveux séparés, qui, dans l'âge adulte, sont réunis en une masse nerveuse cylindroïde et continue analogue à la moelle épinière des vertébrés.

Le cerveau chez les insectes est loin d'avoir une prédominance exclusive. Chaque ganglion isolé jouit jusqu'à un certain point d'une vie indépendante, et les insectes dont on a réséqué la tête peuvent accomplir des mouvements spontanés et même nager. Les ganglions thoraciques et abdominaux sont des centres qui peuvent recueillir les impressions, les élaborer et réagir alors par des mouvements coordonnés. C'est ce que démontrent les expériences de Dugès, Yersen, Faivre sur les insectes, et les belles recherches de Moquin-Tandon sur les hirudinées.

Je crois utile de citer quelques expériences qui nous montreront le pouvoir de chaque ganglion isolé. Dugès [1] fit ses Recherches sur la *Mantis religiosa* :

« J'enlève rapidement, avec des ciseaux, le protothorax ou protodère de la *Mantis religiosa;* le tronçon postérieur, resté appuyé sur ses quatre pattes, résiste aux impulsions par lesquelles on cherche à le renverser, se relève et reprend son équilibre si on force cette résistance, et en même temps témoigne, par la trépidation des ailes et des élytres, d'un vif

1. Dugès. Loc. cit., p. 336.

sentiment de colère, comme il le faisait pendant l'intégrité de l'animal, quand on l'agaçait par des attouchements ou des menaces. Mais ce tronçon postérieur contient une bonne partie de la chaîne des ganglions; on peut poursuivre l'expérience d'une manière plus parlante : le long corselet (prothorax ou protodère), qu'on a détaché des autres segments, contient un ganglion bilobé, qui envoie des nerfs aux bras ou pattes antérieures armées de crochets puissants (pattes ravisseuses); qu'on en détache encore la tête, et ce segment isolé vivra pendant près d'une heure avec son seul ganglion; il agitera ses longs bras, et saura fort bien les tourner contre les doigts de l'expérimentateur qui tient le tronçon, et y imprimer douloureusement leur crochet. Donc ce seul ganglion thoracique ou dérique *sent* les doigts qui pressent le segment auquel il appartient, *reconnaît* le point sur lequel il est serré, *veut* s'en débarrasser et y *dirige* les membres qu'il anime. »

Et plus loin, après avoir coupé, sur une grande sauterelle (acrydium lineola) le double cordon de communication entre la première paire de pattes et la deuxième, il constate l'irrégularité des mouvements, le défaut d'harmonie dans la progression, malgré la vive agitation de tous les membres; mais, dit-il (page 338), touchez l'insecte vers l'anus, à l'instant il débandera ses deux grandes pattes, soit pour frapper vos doigts, soit pour s'élancer en avant avec la même vigueur qu'avant l'expérience.

De ses expériences M. Faivre [1] avait tiré les conclusions suivantes : « Que les ganglions sus-œsophagiens chez les articulés président à la volition et à la locomotion, comme le cerveau chez les mammifères, tandis que l'ablation du ganglion sous-œsophagien, détruit l'excitation au mouvement

1. Comptes rendus de l'Académie des sciences, 1857. — Faivre. Du cerveau des dystiques considérés dans ses rapports avec la locomotion.

et la coordination. » Il résulte de la lecture de ses observations que la coordination est bien abolie, mais qu'il reste encore la volonté, puisque l'animal peut, spontanément, sans aucune excitation extérieure, faire mouvoir ses membres.

M. Yersen [1], dans la même année, rapporta des expériences faites sur des orthoptères, principalement sur des grillons, et qui infirment la conclusion de M. Faivre. M. Yersen admet en effet, que les ganglions du thorax ont une part dans la volition et la coordination des mouvements. En effet, après la décapitation de ses insectes, il les voyait marcher spontanément, quoique à pas lents et à de rares intervalles. « Si, dit-il, on pince une des pattes, l'insecte s'efforce de l'amener entre les mandibules, ce qui exige un ensemble de mouvements compliqués, non-seulement des pattes, mais de toutes les parties du corps. Evidemment, tous ces actes, quoique exécutés d'une manière lente, n'en exigent pas moins le concours bien ordonné de tous les organes qui agissent dans l'intention d'atteindre un but unique. » Il paraîtrait même, d'après ses curieuses observations, que l'instinct n'est pas aboli, après l'ablation des ganglions cérébraux. La blatte orientale, dans les premières heures de la nuit, avant de dormir, exécute une série de mouvements instinctifs très-curieux (elle fait sa toilette, brosse la partie supérieure du corps avec ses pattes, ses mandibules, etc.), qui s'exécutent aux mêmes heures et avec la même précision, même lorsque la tête est coupée à cet insecte. D'après les recherches de Moquin-Tandon, si le ganglion cérébral, chez les hirudinées, dirige et coordonne les mouvements d'ensemble, chaque ganglion jouit d'une existence séparée, complète. On peut sup-

1. Yersen. Comptes rendus de l'Académie des sciences, 1857, p. 913.

primer un anneau de la chaine ganglionnaire, et, quoique séparée du centre cérébral, le tronçon postérieur de la sangsue n'en exécutera pas moins des mouvements et vivra isolé.

La transition du cordon ganglionnaire, en moelle épinière, se fait de la partie inférieure à la partie supérieure ; elle est successive et graduelle. D'après M. Gratiolet les trigles, poissons osseux, servent d'intermédiaire, et la partie supérieure de leur moelle renferme autant de renflements globuleux et grisâtres que de doigts libres audevant des nageoires humérales.

Du reste, même chez les insectes, nous trouvons dans le cordon nerveux médian une structure analogue à celle de la moelle épinière. La substance grise est limitée aux ganglions, les cordons intermédiaires ne sont que des faisceaux blancs qui, passant au-dessus et au-dessous de la substance grise, forment des colonnes inférieures sensitives et des colonnes supérieures motrices, ainsi que l'ont démontré les recherches de Valentin, Ehremberg, et celles de Newport[1] en 1832 et 1843, établissant ainsi, chez les animaux inférieurs, la même loi que Charles Bell venait de découvrir pour la moelle des vertébrés. Les recherches de M. Faivre ont confirmé cette manière de voir. En 1839, dans sa dissertation inaugurale, Carpenter[2] alla même plus loin, et, guidé par les idées de Marshall-Hall, il admit que les colonnes supérieures et inférieures remontaient jusqu'au cerveau, tandis que certaines fibres nerveuses des cordons blancs, racines motrices et sensitives, s'arrêtaient dans la moelle, représentant chez les insectes les nerfs esodiques et exodiques que Marshall-Hall avait supposés dans la moelle épinière des vertébrés.

1. Transactions philosoph., 1834.
2. Dissertat. inaug. Edimbourg, 1839, Carpenter.

Chez les vertébrés nous voyons, à mesure que nous nous élevons dans l'échelle animale, le sentiment et la volonté remonter peu à peu dans la moelle pour se localiser dans l'encéphale, chez les animaux les plus élevés. Les anguilles, les lézards, les grenouilles, etc., peuvent exécuter des mouvements volontaires alors que l'on a enlevé tout le cerveau. C'est cette différence, dans la localisation de la volonté, qui est en partie la cause des différentes opinions sur la nature des mouvements réflexes. Comme c'est surtout sur les grenouilles que portent les principales expériences faites sur le système nerveux, et comme c'est sur elles que j'ai étudié la plupart des mouvements réflexes, j'ai dû me mettre à l'abri de cette cause d'erreur, et chercher, non pas quel était le siége exact de la sensibilité et de la volonté, mais après la section de quelle partie de l'axe cérébro-spinal, ces facultés étaient complétement abolies. Dans ce but, après avoir mis à nu le cerveau, le bulbe et la portion supérieure de la moelle épinière, jusqu'à la hauteur de la quatrième vertèbre, j'ai extirpé successivement les lobes cérébraux, optiques, bulbaires, et j'ai obtenu le résultat suivant :

1° L'ablation des tubercules olfactifs et cérébraux, qui chez les grenouilles n'offrent pas de ligne de démarcation bien tranchée, n'apporte aucun changement dans l'exécution des mouvements. Après cette opération la grenouille se meut volontairement, elle saute et nage tout comme le ferait une grenouille saine.

2° Après l'ablation des deux tubercules optiques, les mouvements deviennent plus difficiles : ils s'exécutent rarement, avec lenteur ; ce ne sont ordinairement que des mouvements de marche, mais ils sont spontanés, coordonnés et résultent évidemment d'une réaction volontaire,

même lorsqu'ils sont provoqués par une excitation, car les mouvements sont totalement différents de ceux que l'on obtient par la seule action réflexe. A chaque excitation portée sur un point quelconque du corps, cette grenouille réagit par des mouvements brusques et simultanés d'extension des deux membres, comme si elle voulait fuir, et après la levée de l'excitant, elle fait un ou plusieurs sauts consécutifs, plus ou moins énergiques, et retombe accroupie dans la position recoquevillée que prend toujours une grenouille saine; si l'on étend ses membres postérieurs avec précaution, ils restent pendant un certain temps dans la position où on les a placés, mais bientôt on les voit revenir à leur position primitive, quoique la grenouille n'ait subi aucune excitation. Elle est alors assoupie, plongée dans la stupeur; de temps en temps seulement on la voit marcher, et les mouvements deviennent plus précipités, si on l'excite.

La sensibilité générale est aussi de beaucoup diminuée, et pour provoquer des mouvements il faut faire des excitations bien plus fortes que sur une grenouille saine, et surtout que sur une grenouille qui a subi la section de la moelle. Placée dans un vase rempli d'eau, elle exécute d'abord quelques mouvements, si on la laisse tomber d'une certaine hauteur, et coule à fond comme une masse inerte. Si on la place avec précaution à la surface de l'eau, sa respiration se faisant très-bien, elle y reste quelque temps, mais dans la position où on l'a placée, soit sur le ventre, soit sur le dos; si alors on l'excite, elle réagit brusquement, par des mouvements analogues à ceux de la natation, puis tombe au fond du vase, et n'exécute plus aucun mouvement de nage, ou du moins je n'en ai pas observé. Ces mouvements diffèrent de ceux qu'exécuterait une grenouille saine en ce sens, que cette dernière, placée sur le dos à

la surface de l'eau, se remettrait d'abord sur le ventre avant d'exécuter le mouvement de natation : mais cette différence me paraît trouver une explication dans la différence de sensibilité générale, qui est considérablement diminuée chez la grenouille privée de ses lobes cérébraux et optiques.

Si on retient avec la pince une des pattes de devant, la grenouille cherche à se défendre d'abord avec la patte antérieure du côté opposé ; elle s'agite avec force, porte ses deux pattes de derrière vers l'excitant, et, s'appuyant avec ses pieds sur la pince qui la retient, elle replie son corps en arc-boutant et fait des efforts énergiques et réitérés pour se dégager de cette étreinte. Lorsqu'elle y est parvenue ou que l'excitation cesse, elle opère un ou deux sauts parfaitement coordonnés.

Ainsi, une grenouille qui ne possède que la moelle épinière et la totalité du bulbe peut exécuter des mouvements *spontanés*, et les mouvements, à la suite d'une excitation, sont *coordonnés* et dépendent d'une réaction *volontaire*.

Je n'ai observé aucune différence, suivant que la section était faite au-dessus ou au-dessous de la bandelette transversale qui, située entre la partie supérieure du bulbe et les tubercules optiques, serait, d'après M. Gratiolet, l'analogue du cervelet des mammifères.

3° Lorsqu'on fait sur le bulbe des coupes verticales, en allant de haut en bas, on voit la respiration persister jusque environ à la moitié de l'organe ; les mouvements spontanés deviennent plus lents, et les mouvements excités perdent peu à peu leur coordination. Lorsque la section est faite entre la moitié et le tiers postérieur du bulbe, la respiration s'arrête brusquement, cependant la grenouille peut encore exécuter des mouvements *spontanés* ; je dois ajouter cependant qu'ils sont très-rares.

Mais s'ensuit-il que les mouvements excités ne résultent pas d'une réaction volontaire, à la suite d'une impression ressentie. Les expériences de M. Vulpian nous montrent que des grenouilles, dans ces conditions, peuvent encore se remettre sur le ventre. J'ai observé souvent ce mouvement; il me fallait cependant, pour les obtenir, placer brusquement les grenouilles sur le dos; mais alors même qu'elles ne pouvaient pas reprendre leur position primitive, elle faisaient toujours des tentatives et opéraient à cet effet des mouvements dans tous les sens.

Si on cherche à les retourner en les prenant par une patte, on éprouve une certaine difficulté, et les membres du côté opposé se contractent pour s'opposer au changement de position. Ne voit-on pas là une réaction volontaire?

Si on retient la grenouille par une patte postérieure, elle cherche à fuir, et exécute à cet effet des mouvements successifs d'extension et de flexion, pendant que la patte du côté opposé cherche à repousser l'excitant.

Si on la retient par la patte supérieure, elle exécute les mêmes mouvements signalés plus haut, chez les grenouilles dont on avait extirpé les lobes optiques seulement. L'excitation forte sur une patte postérieure détermine des mouvements de saut; mais ceux-ci ne sont plus aussi bien coordonnés; ils sont bien simultanés dans les pattes postérieures, mais les grenouilles retombent, tantôt sur le côté, tantôt sur le dos. Si l'on étend avec précaution les membres postérieurs, ils ne reviennent le plus souvent à la position recoquevillée, qu'après une excitation. Remarquons aussi que la sensibilité est aussi exagérée, ce qui tient à la section des nerfs vaso-moteurs, qui, d'après les expériences de mon maître, M. Liégeois [1], tirent leur origine du bulbe.

On voit toute la différence entre les mouvements que je

1. Voir le Journal de Brown-Séquard, 1864.

viens d'étudier et ceux qu'exécute une grenouille qui a subi la section de la moelle, immédiatement au-dessous du bulbe : les premiers résultent d'une impression évidemment perçue et sentie, tandis que les seconds ne dépendent que de la réaction de la moelle et sont soumis aux lois de l'automatisme. C'est à eux que l'on doit appliquer exclusivement le nom de mouvements réflexes.

Les grenouilles qui ont subi la section du bulbe au tiers inférieur, opèrent des mouvements du même ordre que ceux qu'exécutent les animaux supérieurs que l'on a privés de leurs lobes cérébraux et du cervelet. Il me semble résulter de ces recherches, que, chez les grenouilles, le bulbe, dans son tiers inférieur, jouit de la même faculté que celle que M. le professeur Longet a attribuée à la protubérance chez les animaux supérieurs ; il serait un centre de perceptivité et incitateur des mouvements ; le bulbe tout entier jouirait des propriétés attribuées au cervelet des mammifères et servirait à la coordination, mais conserverait quelques vestiges de la volonté, laquelle persiste tout entière lorsque l'on a laissé les tubercules optiques.

C'est à la portion inférieure du bulbe seulement que l'on doit accorder cette faculté de perception, que M. Paton[1] avait d'abord placée dans la moelle épinière tout entière, et qu'il avait limitée plus tard à la portion supérieure de cette moelle. Ce n'est, en effet, que lorsqu'on a laissé le bulbe, que les grenouilles cherchent à repousser l'excitant par des mouvements coordonnés et réitérés, tels que, suivant l'expression de l'auteur, se gratter à l'endroit touché.

C'est encore à la persistance du bulbe chez les grenouilles soumises à la décapitation ou à la section de la moelle dans

1. *Gazette médicale* de 1846, p. 704. — *Id.* de 1857, p. 700. — Du pouvoir perceptif de la moelle, tel qu'il se manifeste chez les animaux à sang froid, par M. Paton.

sa partie supérieure, que l'on doit rapporter ces mouvements de saut, ces mouvements coordonnés qui ressemblent tant aux mouvements volontaires, et que les auteurs, même les plus considérés, ont regardés comme de simples mouvements réflexes.

Il est facile de tomber dans une telle erreur chez les grenouilles, surtout quand elles sont petites, car le bulbe descend très-bas dans le canal rachidien, et en faisant la section immédiatement au-dessous de l'occiput, on le laisse infailliblement tout entier. J'ai cherché à déterminer la relation entre les points où devait porter la section, et les points de repaires extérieurs sur la peau. Voici les résultats que j'ai obtenus :

1° Si on fait la section suivant une ligne horizontale qui réunirait les deux courbures supérieures de la circonférence formée par les ouïes, on coupe immédiatement en avant des tubercules optiques.

2° Si on fait la section suivant une ligne horizontale qui réunirait les deux courbures inférieures, on coupe en arrière de ces tubercules, et le plus souvent la section intéresse la bandelette cérébelleuse, laissant ainsi adhérent à la moelle, le bulbe tout entier.

3° Pour couper immédiatement au-dessous du bulbe, il faut faire la section, 2 millimètres à 2 millimètres et demi au-dessous de cette ligne, ce qui correspond à peu près à l'intervalle de la deuxième et la troisième vertèbre.

Lorsqu'on fait cette opération sans enlever l'occipital et la partie postérieure des vertèbres, de manière à mettre le bulbe à nu, et pouvoir ainsi juger de la section, on coupe presque toujours la première paire des nerfs brachiaux.

Chez les mammifères et les oiseaux, la volonté, c'est-à-dire le pouvoir d'opérer des mouvements spontanés, est complétement localisée dans le cerveau ; mais il n'en est pas de même de la sensibilité. Lorsque chez ces animaux la

section est faite sur le bulbe, même à sa partie supérieure, la respiration s'arrête subitement par suite de l'ébranlement causé par la section ; et ces animaux, dont on entretient la respiration artificielle par l'insufflation pulmonaire, présentent des mouvements réflexes, automatiques ; mais je rejette absolument l'acception de réflexe appliquée par M. Landry [1], aux mouvements exécutés par les animaux auxquels on a laissé la protubérance et les tubercules quadrijumeaux.

J'ai fait des coupes successives de centres encéphaliques sur des pigeons. Lorsque le cerveau est enlevé en entier, ils restent complétement immobiles; mais si on les excite, ils marchent et sautent; si on les jette en l'air, ils retombent sur leurs pattes avec agilité; le cervelet est-il enlevé, il y a perte complète de coordination dans les mouvements, mais les excitations faites sur les pattes produisent des mouvements généraux, et qui durent un certain temps ; il y a incitation aux mouvements, mais plus de coordination. L'animal a senti l'impression, il veut s'y soustraire, mais ne peut coordonner ses mouvements dans ce but, et ses efforts impuissants se traduisent par une agitation générale. Les expériences de Lorry, Bouillaud, Gerdy, Muller, Longet, etc., témoignent de cette persistance de la sensibilité, alors que les animaux sont réduits à leur moelle, réunie au bulbe et à la protubérance.

Par d'ingénieuses expériences, M. Longet est arrivé à annihiler successivement les fonctions du cerveau de la protubérance et de la moelle en employant les inhalations d'éther ; et je suis heureux de trouver la même interprétation, quant à la distinction de ces mouvements avec ceux de l'ordre réflexe. Après avoir passé en revue les divers phéno-

1. Traité complet des paralysies, par Landry, t. I, 1859, p. 63 et suiv.

mènes qui accompagnent l'ablation des diverses parties de l'encéphale, M. Longet [2] ajoute :

« Mais enfin la protubérance elle-même est-elle enlevée, on n'a plus qu'un animal presque entièrement immobile, chez lequel la respiration, la circulation et les autres fonctions nutritives peuvent persister encore assez longtemps. La dilacération des parties les plus sensibles du corps ne donne plus lieu aux cris, quoique la glotte reste active, ni à l'extrême agitation qu'on observait avec la protubérance ; et si parfois, sous l'influence de la stimulation des téguments, des contractions apparaissent dans les membres, elles ne sont dues qu'au *pouvoir réflexe.* »

Les mouvements qui se passent dans les membres, à la suite d'excitations portées sur la peau, alors que les animaux soumis à l'expérience ne possèdent que la moelle et la protubérance annulaire, ne sont pas pour nous des mouvements réflexes; mais ce n'est pas à dire pour cela que chez eux on ne puisse constater aucune action réflexe véritable, c'est-à-dire une simple réaction d'un filet sensitif sur un filet moteur. Ce serait contraire à l'observation ; car chez les animaux le clignement, la toux, l'éternument se manifestent à la suite d'irritations spéciales, et en faisant des excitations modérées, on peut déterminer, même dans les membres, un véritable mouvement réflexe, qui précède l'agitation générale résultant de l'impression ressentie par la protubérance.

Les détails dans lesquels je suis entré dans l'étude des mouvements qui surviennent par l'action de la moelle seule, et de celle-ci réunie à la protubérance, rendront ma tâche plus facile pour l'examen des différentes théories proposées dans le but d'expliquer les mouvements réflexes.

1. Traité de physiologie, par M. Longet, t. II, 1860, p. 214.

THÉORIES DES MOUVEMENTS RÉFLEXES.

Je me suis longuement étendu dans l'historique sur les diverses théories qui avaient surgi aux différentes époques. Je ne ferai que les énumérer, laissant complétement de côté la théorie des anastomoses, qui, malgré les dernières tentatives d'Arnold et Tiedmann, n'est aujourd'hui acceptée par aucun physiologiste.

Une première théorie reconnaît le cerveau comme le centre spécial et unique des sympathies, regardant la moelle comme un simple cordon nerveux. A cette théorie se rattachent les noms d'Astruc, Haller, Bichat, etc. D'autres physiologistes, parmi lesquels je citerai surtout Robert-Whytt, Prochaska et M. Longet, regardent l'axe cérébro-spinal tout entier comme pouvant servir aux sympathies et comme le centre des actions réflexes.

Dans une troisième opinion enfin, qui est représentée par Marshall-Hall et M. Béclard, la moelle épinière *seule* est nécessaire aux actions réflexes, la vraie moelle épinière, suivant l'expression du physiologiste anglais, c'est-à-dire la substance grise ou cordon médullaire, bulbe, protubérance, tubercules quadrijumeaux ; c'est aussi celle que nous accepterons.

Rejettons tout d'abord la première hypothèse, qui n'a pu être acceptée, qu'à une époque peu familiarisée avec l'art de la vivisection.

Dans les deux autres théories il y a un point commun ; toutes les deux, en effet, admettent que la moelle peut jouer le rôle de centre pour les actions réflexes ; mais tandis que la première accorde aussi ce pouvoir au cerveau, la deuxième, au contraire, regarde les lobes cérébraux comme complète-

ment inutiles aux mouvements réflexes ; bien plus, comme un état d'antagonisme continuel avec la force excito-motrice de la moelle épinière.

Mais quels sont ces phénomènes de réflexion qui reconnaissent le cerveau comme intermédiaire?

La plupart des mouvements réflexes qui ont des nerfs cérébraux comme agents conducteurs de l'impression et du mouvement, ont au bulbe ou du moins à la protubérance leur centre de réflexion. Dans cette catégorie rentre le clignement des paupières, à la suite d'une irritation de la conjonctive, la toux, le mouvement de déglutition. On pourrait même considérer comme mouvements du même ordre le clignement involontaire des paupières, et le mouvement des oreilles à l'occasion d'un bruit intense, ainsi que le frisson général, sorte de convulsion tétanique qui reconnaît pour cause un son aigu, strident, tel que le frottement de la scie contre la pierre. Mais tous ces phénomènes se passent sans qu'il y ait eu la moindre participation du centre cérébral; il n'y a pas cet intermédiaire obligé entre l'impression et la réaction, et la preuve c'est que quelquefois ces mouvements peuvent être obtenus artificiellement après l'ablation du cerveau et du cervelet[1]. Les regarder avec M. Landry comme dépendant du pouvoir réflexe de l'encéphale, c'est enlever à ce mot toute sa signification et introduire dans la science une confusion regrettable. Les mouvements de l'iris ne reconnaissent pas non plus le cerveau comme intermédiaire. Les expériences de M. Flourens nous ont appris que le centre de réflexion de ces mouvements doit être placé dans les tubercules bijumeaux. Les fibres du nerf optique n'ont fait que transmettre l'excitation physique produite sur la rétine par la lumière; et comme

1. Voir Landry, p. 55 et 56.

conséquence de l'ébranlement des cellules nerveuses des tubercules bijumeaux, survient une réaction sur les nerfs moteurs de l'iris, réaction variable suivant la force de l'excitant. Mais le cerveau n'entre pour rien dans la production du mouvement ; il n'y a pas eu sensation de la lumière ; l'animal dont on a enlevé le cerveau ne voit pas les objets, puisqu'il va se buter contre les corps placés au-devant de lui, et cependant, on observe, sous l'influence de la lumière, son iris se contracter tout aussi bien qu'à l'état sain. Du reste, les mouvements de l'iris ne dépendent pas seulement des tubercules quadrijumeaux; tout le monde connaît l'influence des excitations portées sur le centre cilio-spinal de Budge, ainsi que sur le système cutané et le nerf sciatique. Dans des expériences dont M. Liégeois a bien voulu me rendre témoin, j'ai vu des mouvements manifestes de l'iris s'effectuer alors même que le cerveau et la moelle étaient complétement enlevés, sous l'influence des excitations portées sur le ganglion supérieur du grand sympathique chez la grenouille.

Actions réflexes cérébrales. — Ceux qui ont admis que le cerveau pouvait fonctionner lui-même comme centre d'action réflexe, ont placé sous sa dépendance des phénomènes tout différents de ceux que je viens d'étudier. Leur idée est bien exprimée dans ce passage de Prochaska, auquel M. Longet semble adhérer complétement.

« Quand une personne approche le doigt de notre œil[1], quoique nous sachions bien qu'elle n'a pas l'intention de nous nuire, l'impression faite sur le nerf optique ne s'en réfléchit pas moins sur les nerfs moteurs des paupières, qui se rapprochent et se ferment malgré nous. » Ce mouvement

1. Annotationum academicarum... fasciculus, III. Georgii Prochaska, 1780, p. 114, ch. IV.

est en effet involontaire, il nous est très-difficile de l'empêcher; mais doit-il rentrer dans la classe des actions réflexes; évidemment non, ou bien il faudra aussi ranger dans la même classe le mouvement involontaire des bras, lorsque, un corps venant en ligne droite menace notre tête, ainsi que les différentes attitudes que nous prenons involontairement, suivant la direction du projectile qui menace de nous atteindre, il faudra admettre comme tels tous les mouvements connus sous le nom d'*instinctifs.*

Pour peu que l'on veuille y faire attention, on aperçoit entre ces deux ordres de faits des différences capitales.

1° Pour la production des premiers (mouvements réflexes), il faut de toute nécessité une excitation, tandis qu'elle manque totalement dans les seconds.

2° Dans les mouvements réflexes, la réaction est fatale, l'habitude n'a aucune influence sur eux; au contraire, la volonté et l'habitude peuvent diminuer et même annihiler les mouvements instinctifs. Telle odeur, telle saveur excite d'abord en nous un mouvement de répulsion, un vomissement qui, au bout d'un certain temps, ne nous cause aucune impression désagréable, bien plus, se change souvent en une impression de plaisir.

3° Les phénomènes réflexes ne sont nullement soumis à l'individualité, parce qu'ils résultent de dispositions immuables et les mêmes chez tous les sujets; tandis que les mouvements instinctifs dépendent beaucoup de l'individu lui-même et souvent de la disposition d'esprit dans laquelle il se trouve.

4° Les phénomènes réflexes varient avec la force de l'impression; lorsque l'excitant est retiré, il n'y a plus retour au mouvement. Dans les actions réflexes cérébrales, il n'y a aucune relation entre la cause et l'effet, et le mouvement con-

tinue alors que la cause provocatrice n'existe plus. C'est qu'il reste alors l'impression psychique, qui subsiste longtemps à l'état de souvenir, souvent même elle existe seule; car il suffit du souvenir d'un objet répugnant pour exciter le vomissement. Ainsi, et c'est là la plus grande différence, il y a dans les actions réflexes cérébrales un acte psychique, et cette seule raison a paru suffisante à Marshall-Hall[1], pour les séparer complétement des phénomènes réflexes. « La vue d'un objet dégoûtant fait quelquefois vomir, mais il y a ici un intermédiaire entre la perception par le nerf optique et le vomissement, c'est le dégoût; c'est encore une émotion, et le vomissement est l'effet de ce mouvement de l'*âme*, impression visuelle, émotion, acte de vomissement, voici trois phénomènes qui peuvent se lier ensemble, mais qui peuvent exister séparément. La liaison entre les causes excitantes d'action diastaltique et cette action même, dans les conditions normales, est bien plus absolue. »

C'est, en effet, l'action psychique qui règle le mouvement; celui-ci paraît involontaire, mais il ne l'est pas, et sa production spontanée n'est que le résultat de l'habitude qui, peu à peu, s'est substituée à la volonté, ainsi que le démontre l'exemple suivant : Prenons l'exemple donné par Prochaska lui-même, mais faisons l'expérience sur un enfant nouveau-né. Nous pouvons approcher le doigt de son œil sans le toucher, il n'opérera pas le clignement; ignorant du danger qui le menace, il ne fera aucun mouvement pour l'éviter, et ce n'est que plus tard, lorsqu'il aura jugé le mouvement nécessaire, qu'il l'exécutera volontairement; plus tard encore, l'habitude prendra la place de la volonté, et le mouvement se produira rapidement, involontairement, et on ne pourra plus saisir aucun intervalle entre l'impression

1. Aperçu du système spinal, p. 52. Marshall-Hall.

et le mouvement produit. Regardez un enfant qui se laisse tomber, c'est d'abord à plat ventre qu'il tombera; ce n'est que plus tard qu'il apprendra à se servir de ses bras pour éviter sa chute ou du moins la rendre moins forte, et alors il le fera instinctivement.

Ces développements me paraissaient utiles pour montrer la différence extrême entre la nature de ces mouvements et ceux qui résultent de la simple action de la moelle. M. Debrou [1] les a aussi considérés comme complétement indépendants du pouvoir réflexe.

THÉORIE DES CENTRES.

J'ai essayé de définir exactement ce que l'on devait entendre sous le nom de mouvements réflexes; j'ai essayé de montrer que les mouvements de cet ordre n'étaient nullement coordonnés, opérés dans l'intention d'accomplir une action déterminée, mais qu'ils n'étaient qu'*associés*, variant à la guise de l'expérimentateur, suivant l'intensité de l'excitation et le lieu d'application de l'excitant. Aussi, n'ai-je pas à m'occuper de l'opinion d'après laquelle il existerait dans la moelle un centre de *perception*, une faculté, en vertu de laquelle l'impression serait jugée, et la réaction ordonnée, d'après l'élaboration de l'impression perçue. Cette opinion proposée par Robert Whytt, en 1752, acceptée plus tard par Wolkmann, a été reproduite de nos jours par M. Paton d'Edimbourg, et M. Landry. Ces mêmes réflexions s'appliquent à l'idée des centres multiples et spéciaux, supposés dans la moelle épinière, puisque ces centres, dans l'idée de

1. Mémoire sur les mouvements involontaires qui sont exécutés par des muscles de la vie animale. — Archives génér. de médec., 1847, p. 91.

ceux qui les ont admis (Debrou, Landry[1]), posséderaient la faculté complexe de *choisir, inciter*, *associer* et *coordonner* les mouvements élémentaires établis dans la moelle.

On doit admettre un seul centre ; c'est le centre respiratoire, dans le bulbe. Lorsque les impressions arrivent à ce centre, il se produit un acte complexe, consistant en une suite d'inspirations et d'expirations, mais toujours le mouvement produit est complet, l'action est totale, et ne peut être décomposée. Les autres centres, cilio-spinal, génito-spinal, de Waller et Budge; les centres de parturition, défécation. etc., que M. Landry voudrait admettre dans la moelle, ne sont autre chose que la détermination des points exacts dans la moelle épinière d'où naissent les nerfs sensitifs et moteurs qui se rendent aux organes. Tous ces mouvements, en effet, sont décomposables; ils peuvent être obtenus séparément, et l'action totale ne résulte que de la succession de ces mouvements élémentaires, que l'on peut obtenir isolément.

Les autres centres que l'on a admis pour les mouvements des membres n'ont aucune raison plausible en leur faveur; il faudrait alors admettre autant de centres que de mouvements coordonnés possibles; et puis, quelle sera la limite entre un mouvement simple et un mouvement coordonné? quelle sera la place exacte que nous assignerons, dans la moelle, à chacun de ces centres? quelle sera l'impression qui déterminera l'entrée en jeu de tel centre plutôt que de tel autre? — Ces difficultés n'avaient pas échappé à M. Debrou qui, le premier, a imaginé cette théorie, qu'il ne présenta, du reste, que comme simple hypothèse. M. Debrou admet d'abord la théorie de Marshall-Hall pour les mouvements *limités*; d'après lui, cette théorie explique encore

1. Voir Landry, pages 167, 252, 260, 304 et suiv.

le mouvement du deuxième temps de la déglutition, lorsque le bol alimentaire touche l'isthme du gosier; il l'admet aussi pour expliquer l'action des sphincters de l'anus dans l'acte de la défécation ; mais il la rejette comme insuffisante, lorsqu'il s'agit d'expliquer le vomissement à la suite d'une irritation de la luette, le rire convulsif, et tous les mouvements qui demandent une association de muscles. Mais le deuxième temps de la déglutition, ne demande-t-il pas aussi une association de muscles? et cette opération n'est-elle pas aussi complexe que l'action du vomissement? Si la théorie de Marshall-Hall est suffisante pour expliquer le premier mouvement, je ne vois pas pourquoi on ne l'admettrait pas pour l'explication du deuxième. Mais, ajoute M. Debrou [1], « Malgré l'adoption de ces centres, qui rendraient compte de l'association des muscles dans les sympathies, il resterait à déterminer la cause qui détermine tel ou tel mouvement, et le rôle que jouent les nerfs pour la détermination spéciale, ou le choix qui a lieu. »

Nous arrivons à une dernière opinion, d'après laquelle la moelle tout entière forme un centre capable de réagir à la suite d'une impression capable de transformer l'excitation ressentie en mouvement sans volonté, sans choix de tel mouvement plutôt que de tel autre, mais au contraire, en vertu d'arrangements des fibres nerveuses préétablies dans la moelle. C'est en partie l'opinion de Muller, Longet, Marshall-Hall, Béclard. Pour Muller et Longet, les mêmes fibres nerveuses servent à la manifestation de la sensation et du mouvement volontaire, ainsi qu'aux actions réflexes; au contraire, d'après Marshall-Hall et Béclard, on doit admettre, pour les mouvements réflexes, des fibres spéciales. La force excito-motrice est affectée à ces mouvements, et

1. Debrou. Loc. cit., p. 247.

elle agit par des filets nerveux spéciaux, indépendants des filets qui servent au mouvement volontaire ; ces derniers remontent jusqu'au cerveau, dont ils servent à porter les ordres ; les nerfs réflexes, au contraire, s'arrêtent dans la moelle épinière.

Examinons donc si l'on peut admettre des filets nerveux spéciaux, uniquement affectés aux actions réflexes.

Théorie de Marshall-Hall. — Cette théorie est connue sous le nom de système de Marshall-Hall; mais, comme je l'ai déjà dit, ce n'était pour cet auteur qu'une idée générale, une conception hardie. Il n'a nullement cherché à prouver la distinction des nerfs réflexes et des nerfs volontaires ; il n'a pas même précisé la marche de ces nerfs réflexes ; aussi ses idées ont-elles été le sujet d'interprétations différentes, qui ne s'expliquent que trop bien par la manière vague et le langage obscur avec lequel il les a exprimées. Aussi, pour quelques physiologistes, Henle [1], Landry [2], les nerfs eisodiques et exodiques forment un arc continu au travers de la moelle. De l'impression à la contraction, tout consiste en un cheminement de l'excitation à travers l'arc diastaltique, analogue à la marche d'un courant électrique à travers un fil de métal. Pour d'autres, au contraire, et c'est l'interprétation que nous acceptons, le système de Marshall-Hall consiste dans l'indépendance des nerfs réflexes et volontaires, les nerfs eisodique et exodiques étant réunis par la *vraie* moelle épinière, c'est-à-dire par la substance grise. Cette opinion me paraît vraie, car si souvent Marshall-Hall emploie l'expression d'arc diastaltique, il ne veut pas exprimer l'idée d'une continuité absolue entre le nerf incident et le nerf réfléchi, puisque dans

1. Henle. Anatomie générale, t. II, 1843, p. 247.
2. Landry. Loc. cit., p. 283.

l'anatomie spéciale de ces arcs nerveux il met la *moelle allongée* toute entière comme centre. L'idée générale appartient bien à Marshall-Hall, mais elle n'était pas même formulée, et après la lecture de son aperçu spinal, on reste dans le doute, soit à cause du peu de précision dans le langage du physiologiste anglais, soit à cause des contradictions qu'on y rencontre. Ainsi, il dit p. 14 [1] : « L'action réflexe est *sui generis ;* elle est excitée par ses propres nerfs non sensitifs, mais excitateurs, agissant par un principe excito-moteur tout différent de celui du sentiment et du mouvement volontaire, et selon les lois et les routes que j'ai découvertes dans mes propres expériences. » L'indépendance de l'action réflexe est explicitement proclamée; mais où est la démonstration de ces *routes* affectées à l'action réflexe? Si je passe à l'anatomie générale du système diastaltique, je trouve le passage suivant [2] : « Il est évident que, dans chaque nerf brachial ou lombaire, il y a un principe qui peut apporter et rapporter l'effet d'une excitation motrice. Est-ce par un *même filet* nerveux ou par des *filets distincts* que ces phénomènes arrivent? La science n'est pas allée jusque-là. » Et cependant il admet comme démontrés un nerf incident et un nerf réfléchi. A la même page : « Je ne sais à quel degré il est établi que la force incidente dans les actions diastaltiques est apportée par les racines postérieures des nerfs spinaux, et que la force réflexe est rapportée par les racines antérieures..... Il serait surtout d'un grand intérêt de savoir si les racines antérieures seraient capables de fonctionner comme des nerfs incidents excitateurs d'action réflexe; je n'ai pas fait cette expérience. » J'ai démontré au commencement de cette thèse que l'impression

1. Aperçu du système spinal.
2. Loc. cit., p. 62.

arrivait à la moelle par les racines postérieures et que c'était par les racines antérieures que se transmettait le mouvement. Les expériences rapportées à ce sujet nous obligent à admettre qu'il y a deux ordres de fibres réflexes : l'un pour apporter l'excitation (eisodique), l'autre pour transmettre le mouvement (exodique). Après avoir décrit les arcs diastaltiques spéciaux, le rôle de l'action réflexe dans la respiration, Marshall-Hall passe à l'étude des nerfs réflexes en particulier, et alors il semble ne plus admettre les fibres réflexes comme des fibres distinctes. C'est ce qui me paraît résulter du passage suivant [1] : « Les nerfs réflexes n'ont pas d'énergie par eux-mêmes pendant la vie, et dans l'état de santé. Ils portent *les ordres de la volonté* et les effets des excitants du système diastaltique jusqu'aux muscles; mais ils ne donnent naissance à aucun mouvement. Cependant ils sont doués du principe excito-moteur. Ce fait donne lieu à penser *comment* ce principe agit dans les actes *volontaires* et excités. »

On voit par ces citations que l'opinion du physiologiste anglais est loin d'être claire. M. Béclard [2] formule bien mieux cette théorie, qu'il ne regarde, du reste, que comme une hypothèse pouvant rendre compte des mouvements réflexes. Après avoir étudié ces mouvements, il dit : « Il est donc probable que les fibres nerveuses qui des organes se rendent à l'axe cérébro-spinal, il est probable, dis-je, que ces fibres ne remontent pas toutes vers l'encéphale, par l'intermédiaire de la moelle épinière. Un certain nombre d'entre elles s'arrêtent dans la moelle, et se réfléchissent vers les organes sans remonter jusqu'au cerveau. » Comme les mouvements réflexes sont complexes, multiples pour une

1. Loc. cit., p. 93.
2. Traité élémentaire de physiologie, par Jules Béclard, 3e édit., 1859, p. 774.

seule excitation, il l'explique en disant : « Il est probable qu'elles se dirigent dans la moelle, dans des directions diverses, se réfléchissent ensuite vers les organes, les unes par le même nerf, d'autres par le nerf opposé, d'autres par des paires voisines, d'autres, enfin, par des paires plus ou moins éloignées. La moelle renfermerait, dès lors, non seulement les conducteurs de la sensibilité et du mouvement volontaire, qui se dirigent vers l'encéphale ou qui en descendent, mais encore l'assemblage assez compliqué de fibres qui, ne remontant pas jusqu'au cerveau, constituent des conducteurs de *sensibilité non perçue* et d'incitations motrices involontaires.

« Quel que soit le trajet parcouru par les conducteurs de l'action réflexe dans la moelle épinière et dans la moelle allongée, il est certain que la connexion des conducteurs ou tubes nerveux avec la substance grise de la moelle épinière, et avec les amas de substance grise de la moelle allongée, est nécessaire à leur action. »

Dans une édition antérieure, M. Béclard ajoutait, en parlant du trajet des fibres réflexes dans la moelle : « Ce sont les filets décrits sous le nom de fibres transversales de la moelle. »

Cette distinction des fibres nerveuses ne fut pas admise par les physiologistes ; ils la rejetèrent tous comme une hypothèse non démontrée. Ainsi, d'après M. Longet[1], « l'existence des fibres nerveuses spéciales distinctes des fibres sensitives et motrices ordinaires, ne saurait être décidément admise par les physiologistes, parce qu'elle n'est basée que sur une supposition ; et d'ailleurs, dès qu'on reconnaît que l'encéphale et la moelle épinière constituent deux centres d'innervation séparés ou réunis, indépendants ou dépen-

1. Loc. cit., p. 291.

dants suivant les circonstances, on ne voit pas bien pourquoi les mêmes cordons nerveux ne pourraient pas être subordonnés à l'un et à l'autre, pour donner lieu à des phénomènes dont les différences dépendent seulement de la portion de l'axe cérébro-spinal qui entre plus particulièrement en action. »

C'est aussi à peu près l'opinion de M. Landry. D'après ces auteurs, l'impression suit toujours la même voie ; seulement la réaction diffère suivant le point qui la reçoit ; réaction volontaire si l'impression arrive jusqu'au cerveau; réaction involontaire, mouvement réflexe, si l'impression s'arrête dans la substance grise de la moelle. C'est à cette théorie que j'ai entendu appliquer le nom de *Théorie des relais*, expression qui rend bien compte des phénomènes qui se passent dans cette transmission de l'excitation.

1° Si on coupe sur un lapin la moelle épinière transversalement, à l'exception des cordons postérieurs (expérience de Schiff et Longet), l'animal conservera la sensibilité, et la même impression faite aux téguments donnera lieu, d'une part, à ce mouvement volontaire dépendant de la sensation *perçue,* mouvement qui se passera dans la tête et dans les oreilles ; d'autre part, à un mouvement *réflexe* dans le train postérieur, dépendant de la sensation non perçue, et arrêtée dans la moelle. L'explication de ce fait peut être donnée avec la théorie que nous étudions. En effet, la fibre sensitive sur laquelle a été faite l'impression, arrive à la moelle par les racines postérieures, entre en relation avec les cellules de la substance grise, qu'elle traverse, et ressort ensuite pour remonter au cerveau par les cordons blancs postérieurs. Dès lors, l'excitation faite aux téguments, en passant dans la substance grise, a pu déterminer un mouvement réflexe rendu facile par la section de la moelle.

Les faits de cette nature se retrouvent chez l'homme, et

il n'est pas très-rare de trouver des hémiplégiques ayant conservé la sensibilité dans les membres paralysés, et présentant des mouvements réflexes, alors qu'ils avaient la notion du point où était faite l'impression [1].

2° La même explication pourra aussi être donnée dans les cas où, après la section transversale de la moelle, à l'exception des cordons antérieurs, on a vu persister le mouvement volontaire, quoique ces animaux eussent en même temps des mouvements réflexes.

Mais en raisonnant sur cette hypothèse, il est facile de s'apercevoir que, lorsque l'action réflexe sera abolie, il ne pourra plus y avoir de mouvements volontaires. Dès lors, si nous pouvions observer la perte complète des mouvements réflexes avec conservation du mouvement volontaire, nous serions bien forcés d'admettre la destruction des fibres réflexes et des fibres volontaires.

Les expériences de ce genre sont impossibles à réaliser, il faut alors rechercher dans les cas pathologiques la démonstration de ce fait.

Preuves apportées à l'appui de la théorie de Marshall-Hall. — Dans un mémoire lu à la société de biologie, et inséré dans les bulletins de cette société, M. le professeur Liégeois [2] apporte quelques arguments en faveur de l'indépendance des fibres affectés au mouvement réflexe. J'extrais de ce mémoire les observations relatives à mon sujet.

Etudes physiologiques des phénomènes observés chez une femme atteinte de paralysie hystérique. — Une femme hystérique était paralysée du *sentiment* de tout le côté *gauche* du corps, amaurotique du même côté. Les contractions

1. Voir troisième observation.
2. Bulletin de la Société de biologie, 1859.

musculaires sont à peu près égales dans les deux membres qui sont également développés. La marche n'est nullement troublée, à condition que la malade verra son pied se mouvoir ; car si, par hasard, elle porte les yeux de côté, elle s'affaisse du côté gauche et se laisse tomber. La face n'est pas déviée, et les muscles du côté gauche se contractent à peu près comme ceux du côté opposé. La mâchoire inférieure se meut parfaitement sur la supérieure, et les aliments d'une certaine résistance sont broyés comme par une personne saine, quoique instinctivement ramenés vers le côté droit de l'arcade alvéolaire.

Si on a soin de fermer l'œil droit seulement, car l'œil gauche est amaurotique, la malade ne *sent* plus la main qu'on lui faisait presser avant de clore ses paupières, et si sa volonté intervient énergiquement pour exercer une compression, il ne se passe que de très-légers mouvements qui n'aboutissent à rien. Si on l'engage à faire des mouvements, toujours en la privant du sens de la vue, elle croit les avoir exécutés, et elle est tout étonnée, lorsqu'on lui laisse ouvrir les yeux, de trouver ses membres à la même place.

« Toute la peau (p. 264) de la face du côté gauche était atteinte d'anesthésie, et cependant, quand j'appliquais sur la peau de la paupière ou sur la partie supérieure de la joue un corps quelconque, je déterminais, dans les deux voiles palpétraux, des mouvements. Je crus d'abord que ces mouvements étaient consécutifs à une impression visuelle, et je me hâtai, pour m'en assurer, de fermer la paupière de l'œil droit (l'œil gauche était insensible aux impressions lumineuses), ou bien les deux paupières en même temps, sans les comprimer toutefois, de façon à empêcher dans celles-ci de légers mouvements ; et, quoique les impressions n'arrivassent plus à l'encéphale, le phénomène cependant restait le même ; les paupières entraient en mouvement quand j'excitais la sur-

face cutanée des parties indiquées, et la malade s'étonnait avec juste raison des mouvements que la paupière droite exécutait sous mes doigts; car aucune sensation ne lui en révélait ni la cause, ni la nature. Voilà donc une femme qui, quoique complétement paralysée du sentiment, qui par conséquent ne percevait plus les impressions extérieures, exécute encore avec les paupières des mouvements sans conscience, consécutifs à une impression sans conscience. »

Ce phénomène de réflexion persistant malgré la paralysie des fibres de sensibilité, est aussi très-manifeste quand on excite la membrane pituitaire avec un corps étranger; seulement le phénomène réactionnel est d'un autre ordre; il porte sur la sécrétion de la glande lacrymale. Malgré la paralysie complète de cette membrane, privée de la sensibilité du contact, chaque fois que le stylet était porté à une certaine profondeur dans les fosses nasales (sur une surface complétement insensible), des larmes coulaient en abondance sur la surface de la conjonctive.

M. Liégeois, rappelant la théorie de Marshall-Hall, fait observer que cet expérimentateur ne l'a donnée qu'à l'état d'hypothèse; et d'après lui, cette observation fournit un commencement de preuve en faveur de cette indépendance.

« On pourrait objecter (ajoute-t-il) que chez cette femme, l'impression faite à la peau des paupières a pu s'arrêter en route, si je puis m'exprimer ainsi, et n'est point arrivée jusqu'au siége du sensorium, et que cette impression, qui s'est arrêtée sur la moelle, a cependant suffi pour mettre en jeu son principe excitateur. Mais s'il existe des cas où, par le fait d'une compression, par exemple, sur le trajet d'un nerf moteur de la face, les mouvements de clignement des paupières ne peuvent plus s'effectuer quand la volonté a lâché

prise sur ces mouvements, n'aurons-nous pas le complément de la preuve fournie par mes observations? »

M. Liégeois rapporte alors deux faits qu'il avait déjà consignés dans sa thèse inaugurale sur le nerf facial (anatomie et physlologie). De ces deux faits, l'un appartient à M. Zabriski, l'autre à Dugès. Je n'ai trouvé aucun autre fait, soit dans les feuilles périodiques, soit sur les malades que j'ai eu l'occasion d'observer pendant la rédaction de cette thèse, alors que mon attention était éveillée sur ce sujet.

Cas de paralysie de la portion dure de la 7e paire, remarquable par un phénomène physiologique curieux, par M. Zabriski[1].

Ward entre à l'hôpital avec des symptômes de syphilis secondaire, pour lesquels il est mis à l'usage de la salsepareille. Vers le déclin des accidents, il fut tout à coup affecté de paralysie de quelques-uns des muscles de la face. L'intégrité des organes sensoriaux ne permet pas de reconnaître une affection bornée à la troisième paire. Mais la circonstance singulière que présente le cas, c'est que l'occlusion des paupières n'avait pas lieu du *côté droit* pendant le clignement instinctif, et qu'au contraire le malade pouvait les fermer lorsqu'il en faisait un acte de sa volonté.

D'après Zabriski, la persistance de l'occlusion volontaire est due à ce que ce mouvement ne dépend pas du facial, mais est commandée par le nerf ophtalmique. Il n'est plus possible aujourd'hui d'admettre cette explication, tout le monde sait que la branche ophtalmique du trijumeau est exclusivement sensitive.

M. Jules Guérin, qui rend compte de cette observation, l'explique en disant que la volonté fournit toujours au muscle paralysé un degré d'action supplémentaire et de beaucoup supérieure à celle qui résulte du principe des mou-

1. *Gazette médicale*, 1842, 297.

vements involontaires, ou, pour parler le langage de notre époque, à l'action qui résulte du mouvement réflexe. Mais on peut objecter à cette explication le fait précédent; la malade atteinte de paralysie volontaire des paupières ne mouvait pas cependant ses paupières quand on l'en priait, quoiqu'elle apportât à l'exécution de cet acte toute l'énergie possible.

Zabriski rapproche ce fait d'un cas semblable observé par Dugès et rapporté dans le n° d'avril 1829 de la *Revue médicale*.

Dans ses conclusions, M. Liégeois, résumant sa pensée sous une forme anatomo-pathologique, s'exprime ainsi :

1° Les fibres destinées à transmettre les impressions faites à la surface des paupières appartiennent à un seul et même tronc nerveux, le nerf trijumeau ; mais parmi ces fibres, les unes s'arrêtent dans les cellules de la moelle, les autres dépassent cette limite et vont jusqu'à l'encéphale. Les premières transmettent à la moelle allongée une impression brute, si je puis me servir de cette expression, dont nous n'avons pas conscience ; les autres transmettent à l'encéphale une impression perçue par le sensorium, mise à profit par lui et qui devient la base de nos déterminations.

2° « Les fibres destinées à transmettre aux paupières le principe excitateur des mouvements, appartiennent à un seul et même nerf, le facial; mais parmi les fibres qui le constituent, les unes partent des cellules de la moelle allongée, d'où elles tirent leur origine ; les autres partent des cellules de l'encéphale : les premières transmettent le principe excitateur consécutif à l'impression qui est arrivée au bulbe et s'y est arrêtée ; les autres transmettent le principe excitateur consécutivement à une excitation psychique, la volonté. »

Pour ma part, je n'hésite pas à généraliser ce fait et j'admets, comme très-probable, que dans chaque nerf de sentiment et de mouvement il y a, outre les fibres volontaires, des fibres spéciales destinées aux mouvements réflexes, fibres agissant par la seule force excito-motrice. Du reste, admettre cette force excito-motrice comme ayant une existence à part, reconnaissant des lois particulières, étant influencées par des agents spéciaux qui n'ont pas d'influence sur le centre cérébral, n'est-ce pas reconnaître implicitement des voies particulières pour la transmission de cette force? Si tous les physiologistes modernes ont admis cette force, pourquoi ne veulent-ils pas admettre les nerfs réflexes? Les arguments que j'ai donnés plus haut montrent que l'on doit l'admettre, du moins comme l'hypothèse la plus probable, la seule qui puisse expliquer tous les faits; cette hypothèse est du reste complétée par les faits suivants. J'ai montré, à l'article de l'influence des poisons sur la force excito-réflexe, que parmi ceux-ci, les uns augmentaient, les autres diminuaient l'action réflexe ; mais parmi ces substances toxiques, les unes agissent sur la moelle épinière et le cerveau, très-rapidement; les autres, au contraire, ne paraissent agir que sur la moelle épinière. Parmi ces dernières, quelques-unes pourront nous montrer l'indépendance complète du système excito-moteur et du système de nerfs subordonnés au cerveau : ce sont l'aconitine, la picrotoxine.

J'emprunte la première démonstration au travail de MM. Liégeois et Hottot[1], «de l'action de l'aconitine sur l'économie animale». D'après ces observateurs, lorsqu'une grenouille est empoisonnée par l'aconitine, les mouvements réflexes sont diminués, mais ils persistent, plus ou moins

1. Journal de physiologie de l'homme, par Brown-Séquard. N° de janvier 1862.

intenses pendant un certain temps ; de plus, quand les mouvements réflexes paraissent abolis, les mouvements volontaires persistent encore ; les mouvements réflexes sont notablement diminués, non pas parce que les fibres sensibles ne peuvent plus transmettre à la moelle les impressions qui doivent mettre en jeu ses propriétés excito- motrices, mais, parce que le poison agit directement sur la moelle, pour lui faire perdre ses propriétés. Les mouvements volontaires persistent en dernier lieu. Ils ont vu, dans leurs expériences, des grenouilles à certains moments insensibles à toutes les excitations si intenses qu'elles fussent, se redresser brusquement, puis faire un ou plusieurs bonds pour reprendre ensuite l'attitude d'un animal complétement paralysé (pour comprendre cette dernière position il faut remarquer que l'aconitine abolit la sensibilité générale). Ces mouvements ne sont pas limités à un ou plusieurs mouvements comme cela se passe dans les mouvements réflexes ; ce sont des mouvements coordonnés et exécutés dans un but, car si l'on met un obstacle devant la grenouille, quand ils s'exécuteront, l'animal passera au-dessus ou se portera de côté. Lorsque les mouvements volontaires sont devenus faibles sous l'influence du poison, si on cherche à retourner la grenouille, elle y met obstacle en tordant ses lombes du côté opposé, et quelquefois l'animal, placé sur le dos, se retourne complétement par la seule action de ses muscles lombaires.

Des expériences qui me sont personnelles nous montrent le même fait (persistance des mouvements volontaires alors que les mouvements réflexes sont abolis) avec la picrotoxine. Cet alcaloïde n'agit pas primitivement sur les centres encéphaliques qui président au mouvement volontaire, il augmente l'excitabilité de la moelle épinière. Aussi voyons-nous les mouvements volontaires être tout à coup empêchés par

une attaque convulsive spéciale, bien distincte de celles que l'on obtient avec la strychnine et la narcotine; après chaque attaque la grenouille reprend sa marche, etc. Mais lorsque la force excito-motrice est épuisée, soit par des attaques convulsives répétées, spontanées (résultat de l'excitation produite par le frottement des membres sur le sol), soit par des excitations artificielles réitérées, les grenouilles restent insensibles à toutes les excitations si intenses qu'elles soient, elles n'opèrent aucun mouvement réflexe, elles restent dans l'attitude des grenouilles paralysées (la picrotoxine agissant aussi sur la sensibilité générale pour la diminuer) et cependant elles reprennent bientôt la position accroupie et exécutent des mouvements qui, quoique lents, n'en sont pas moins volontaires.

Cet alcaloïde me paraît bien démontrer l'indépendance des fibres volontaires et réflexes. Car après une des convulsions qui ont totalement épuisé la force réflexe, les grenouilles peuvent marcher volontairement, quelquefois même sauter, et cependant une forte excitation faite au moment même où vient de s'exécuter le mouvement volontaire (non convulsif et parfaitement coordonné), on n'obtient aucune contraction réflexe. Ces constatations peuvent être renouvelées plusieurs fois de suite sur le même animal. La force nerveuse se reproduisant au bout de quelques instants (deux ou trois minutes), cette même excitation produira un mouvement réflexe ordinaire plus ou moins rapide et énergique; si le repos a été suffisant, pour que sous l'action de la picrotoxine, l'excitabilité de la moelle ait augmenté considérablement, à l'occasion d'une excitation de même intensité, il y aura une réaction d'une intensité telle que les muscles qui auparavant réagissaient naturellement, entreront maintenant en convulsion (convulsion limitée, localisée dans le membre excité). Le repos a-t-il été plus long, la tension de

l'axe médullaire est-elle arrivée à son summum, nous observerons des convulsions générales. La grenouille, qui, dans l'intervalle des excitations précédentes, pouvait encore marcher, sera maintenant prise par les convulsions au moindre mouvement qu'elle voudra exécuter. Sous l'influence des excitations successives les convulsions deviennent moins fortes ; bientôt apparaît seulement une réaction fibrillaire à chaque excitation, et cependant, alors que les grenouilles n'opèrent plus de mouvements réflexes, le mouvement de progression volontaire peut s'exécuter.

Sous l'influence de ces deux poisons, on voit que la force excito-motrice étant complétement abolie, les cellules de substance grise de la moelle étant privées de leur action, les mouvements volontaires pouvent encore s'effectuer. Elles semblent conduire à cette première conclusion :

On doit admettre dans tous les nerfs moteurs deux sortes de fibres : les unes, en rapport avec le mouvement volontaire et remontant jusqu'au cerveau; les autres, en rapport avec le mouvement réflexe et s'arrêtant dans la moelle épinière. — Si l'on veut bien remarquer que chez les grenouilles empoisonnées par l'aconitine, la sensibilité générale est abolie presque immédiatement après l'absorption du poison, et que cependant la sensibilité réflexe persiste encore un certain temps, qu'elle peut même être augmentée si l'on donne de la strychnine à cette même grenouille déjà empoisonnée par l'aconitine; si l'on se rappelle que le malade de Rabriski ne pouvait exécuter le cliguement instinctif alors qu'il avait conservé la sensibilité générale, on sera porté à admettre cette deuxième conclusion :

—Il y a dans tous les nerfs sensitifs deux sortes de fibres; les unes en rapport avec la sensibilité générale, les autres en rapport avec la sensibilité réflexe.

Transmission de l'impression dans la substance grise. — Mais comment se fait la transmission de l'impression des fibres sensitives aux fibres motrices? C'est au moyen des cellules qui forment la presque totalité de la substance grise ; c'est dans ces cellules que se fait ce travail mystérieux, en vertu duquel l'impression est transformée en mouvement. C'est à une cellule nerveuse que vient aboutir la fibre réflexe sensitive ; c'est de la même cellule ou des cellules environnantes que part la fibre correspondante motrice. Ainsi peuvent s'expliquer les faits localisés de contractions réflexes. Mais toutes ces cellules communiquent les unes avec les autres, elles peuvent dès lors se transmettre l'ébranlement primitif, et cet ébranlement se propagera plus ou moins loin suivant la force de l'excitation, suivant la réactivité de la moelle ; ainsi s'expliquent les mouvements réflexes plus ou moins étendus, les mouvements généraux que Marshall-Hall appelait enchaînement d'actions diastaltiques.

Les recherches micrographiques apportent aussi des arguments en faveur de cette théorie. Il paraît aujourd'hui démontré que toutes les fibres nerveuses ne remontent pas jusq' 'au cerveau, et que beaucoup s'arrêtent dans la moelle. Schilling, Bidder, Kolliker [1], M. le professeur Robin, etc., les ont observées sous le champ du microscope. La réduction des faisceaux cellulaires et des axes gris au-dessus des plexus, la diminution graduelle de la moelle démontrée par M. Gratiolet [2], apportent un grand poids à cette opinion. Dans le désaccord des micrographes au sujet des connexions des fibres nerveuses avec les cellules de la moelle épinière, ne devons-nous pas voir une preuve de l'existence des deux

1. Kolliker. Eléments d'histologie. Traduction de Béclard et Séc, 1855.

2. Leuret et Gratiolet. Anat. comparée du syst. nerv., 1839-57. T. II, pages 22, 23.

ordres de fibres; les fibres nerveuses décrites comme partant ou aboutissant à des cellules, seraient les fibres réflexes; les autres, au contraire, qui n'ont aucune connexion intime avec les cellules, seraient les fibres qui se rendent au centre cérébral, ne faisant que traverser la substance grise sans s'y arrêter.

Quant aux communications entre les cellules nerveuses elles-mêmes, elles ne sont aujourd'hui contestées par personne. L'existence des cellules étoilées multipolaires, à prolongements multiples, et faisant communiquer les cellules entres elles, soit du même côté, soit avec celles du côté opposé, a été surtout démontrée dans ces derniers temps par MM. Jacubowitsch et Owsjannikow.

Le microscope devient insuffisant pour déterminer la relation des cellules avec tel ou tel nerf; il ne peut pas nous apprendre quels sont les points de la moelle qui ont entre eux des communications, des relations plus étroites. Ce n'est que par l'étude des mouvements réflexes eux-mêmes que nous pouvons parvenir à les déterminer. L'étude attentive de ces mouvements nous démontre, en effet, que les communications sont plus faciles dans un sens que dans un autre; elle nous montre aussi que, dans les différents segments de la moelle épinière, les communications sont bien plus prononcées, par exemple, dans les parties qui donnent naissance aux nerfs des membres, puisque les réactions ont de la tendance à se localiser dans ces membres. Mais quel est l'arrangement entre la cellule qui reçoit le nerf sensitif, et celle qui fournit leurs moteurs? Si ces deux filets naissent d'une même cellule, pourquoi la réaction se fait-elle plutôt du nerf sensitif au nerf moteur correspondant, au lieu de se propager aux cellules environnates et donner lieu à une réaction différente? C'est là un problème qu'il nous sera probablement toujours impossible de résoudre, et il faut pour le mo-

ment accepter le terme vague et mal déterminé de *communication* plus facile.

Il faut admettre que, quoique tous les mouvements simples puissent être obtenus (tels que flexion du pied, adduction, flexion de la cuisse), il doit y avoir dans la moelle une disposition préalable, qui unit tous les mouvements simples en mouvements associés, tels que flexion de tout le membre, extension de tout le membre, etc., formant des groupes pour ainsi dire isolés, quoique offrant des connexions entre eux. Ces groupes formeraient ainsi des centres disposés suivant la hauteur de la moelle, et correspondant à l'origine des nerfs.

Dès lors, une impression faite à la périphérie mettrait en jeu, suivant son intensité, un plus ou moins grand nombre de cellules nerveuses ; cette impression, se propageant au travers de ces centres, éveillerait la réaction, le mouvement qui leur correspond, comme si l'impression leur avait été transmise directement par les nerfs sensitifs qui leur sont dévolus. C'est la seule hypothèse qui me paraisse expliquer la succession des mouvements, que l'on obtient à la suite d'une irritation en graduant son intensité, et sur lesquels j'ai longuement insisté dans les chapitres de la propagation de l'action réflexe, et de l'influence des points excités sur les mouvements produits. On comprend que si l'activité d'un segment de la moelle est augmentée ou diminuée sous l'influence du sang, par exemple, ou bien d'excitations localisées, ayant déterminé dans certains points une diminution ou perte de la force excito-motrice, la transmission se fasse plus facilement à la faveur de la communication entre les cellules, et qu'alors elle puisse se propager du côté opposé ou même du même côté pour déterminer une réaction insolite. C'est ainsi que pourraient s'expliquer les variations obtenues dans les mouvements réflexes, qui ne sont pas aussi nombreuses qu'on a bien voulu le dire, qui dépendent le

plus souvent de la rapidité avec laquelle s'est accompli le mouvement général, masquant ainsi les mouvements intermédiaires, car ces variations apparentes se retrouvent moins souvent lorsque la force de réactivité est moins intense.

Les actions réflexes que nous venons d'étudier au point de vue physiologique sont d'une très-grande importance à connaître au point de vue pathologique. C'est, en effet, par l'action réflexe que l'on peut aujourd'hui donner une interprétation plausible des différents phénomènes que les anciens désignaient sous le nom obscur de *sympathie*, et que de nos jours on appelle *métastases*.

Il n'entre pas dans le plan de ce travail d'étudier tous les phénomènes pathologiques réflexes, je veux seulement montrer l'utilité pratique de la question que je viens d'étudier.

ACTIONS RÉFLEXES PATHOLOGIQUES.

Les phénomènes pathologiques qui sont le résultat d'actions réflexes peuvent dépendre : 1° de l'augmentation du pouvoir réflexe de la moelle ; 2° de sa diminution : dès lors deux phénomènes opposés, les convulsions par actions réflexes et les paralysies par actions réflexes.

Convulsions par actions réflexes. — L'existence de ce genre de convulsions est aujourd'hui parfaitement établie. Ces convulsions réflexes peuvent dépendre soit de l'excitation des nerfs sensitifs de la vie animale, soit de l'excitation des nerfs sensitifs de la vie organique ; le phénomène convulsif peut porter sur les muscles de l'un ou l'autre système organique.

Je ne reviendrai pas sur la toux, l'éternument, le vomissement, qui peuvent être regardés comme des phénomènes

convulsifs réflexes; mais, l'occlusion convulsive des paupières, caractéristique de la photophobie, est aussi déterminée par une impression faite sur la cornée, rendue plus sensible par l'inflammation. Les principales névroses, l'hystérie, l'épilepsie, sont très-souvent de nature réflexe et dues à une excitation anormale des ovaires, de l'utérus ou du tube intestinal. Ce qui le prouve, c'est que souvent ces phénomènes cessent lorsque la cause excitante a disparu, à la suite de la guérison de la phlegmasie utérine, ovarienne, ou par l'expulsion des entozoaires.

Chez certaines femmes très-nerveuses, on voit aussi les convulsions, une fois établies, augmenter avec les excitations, et le moindre attouchement déterminer des soubresauts convulsifs. Ici c'est bien la force excito-motrice qui est augmentée dans toute l'étendue de la moelle comme elle l'est à la suite de l'empoisonnement par la strychnine, car pour obtenir la guérison, il n'est pas de moyen plus sûr que d'employer les moyens dépressifs de cette force, tels que le chloroforme, l'éther, la belladone et l'aconitine.

Le tétanos, la rage, sont aussi des actions réflexes convulsives à la suite d'une excitation à la périphérie. (Ligature du cordon ombilical, plaie contuse, morsure d'un chien atteint de virus rabique.) Dans quelques cas il est même facile de saisir la propagation de l'impression dans la moelle épinière, et l'augmentation graduelle de la force excito-motrice dans les différents points de la moelle. C'est de cette façon que l'on doit interpréter les spasmes que M. Follin a décrits, comme première période, dans certains cas de tétanos traumatique. Les spasmes, d'abord limités au pied, se montrent dans les jambes, puis dans la cuisse, enfin l'attaque tétanique devient complète.

Les névralgies sont souvent accompagnées de contractions, de convulsions limitées dans les muscles animés par

les nerfs moteurs correspondants, comme, par exemple, dans le tic douloureux de la face.

Les coliques, les tranchées utérines, sont aussi un phénomène réflexe, dépendant d'une excitation anomale faite sur la muqueuse utérine ; on peut, en effet, les augmenter ou les provoquer par des excitations mécaniques. Les accoucheurs allemands se servent de la titillation du mamelon pour déterminer la rétraction de l'utérus après l'expulsion du fœtus, et ils ont même employé ce moyen pour provoquer l'accouchement prématuré. L'avortement à la suite des purgatifs drastiques, les coliques intestinales après l'exposition au froid, la contraction spasmodique de la vessie au moment de l'immersion dans un bain froid, sont aussi des phénomènes réflexes.

ACTIONS RÉFLEXES PATHOLOGIQUES DES NERFS VASO-MOTEURS PARALYSIE VASCULAIRE.

Les actions réflexes qui se passent dans les nerfs vasomoteurs, avons-nous dit, peuvent se traduire par deux phénomènes opposés. 1° Paralysie de ces vaisseaux, d'où excès de nutrition ; 2° Contraction de ces vaisseaux, d'où anémie et perte de fonctions. J'étudierai d'abord les phénomènes pathologiques dus à la paralysie des vaisseaux par action réflexe.

L'irritation sur la cornée, la conjonctive (corps étrangers, section de la cornée, etc.), détermine une dilatation des vaisseaux de la muqueuse conjonctivale ; ici, le phénomène est évident, mais c'est aussi à la même cause que l'on doit attribuer les ophtalmies profondes que l'on observe, à la suite des opérations des cataractes ; c'est aussi en vertu d'une action réflexe, que l'œil du côté opposé est souven-

atteint par l'inflamation. Lorsque la présence d'un calcul, l'inflammation du canal de l'urètre, les irritations multiples produites par le cathétérisme, déterminent une orchite, ce n'est pas par une extension de l'inflammation aux tubes excréteurs du sperme, puisque dans la plupart des cas on ne constate pas d'inflammation dans les vésicules séminales ou dans la continuité du canal déférent, mais c'est par une action réflexe, résultat de la transmission de l'irritation aux centres nerveux : d'où réaction sur les nerfs vaso-moteurs du testicule. Certes il est plus compréhensible d'invoquer ici l'action réflexe que la métastase. La même explication doit être donnée pour les orchites doubles, ou orchites-bascule, suivant l'expression de M. Ricord.

Dans certaines névralgies, le phénomène est plus évident, et les congestions que l'on observe alors dépendent de l'irritation des nerfs sensitifs, et de la réaction sur les nerfs vaso-moteurs correspondant. Il en est de même pour la rougeur de la pommette du même côté, hyperhémie malaire, dans la pneumonie. On peut aussi expliquer par l'action réflexe, les abcès du foie, survenant à la suite de plaies de tête, ainsi que les congestions, inflammations et dépôts purulents, dans les viscères thoraciques et abdominaux, survenant à la suite de brûlures étendues, surtout de celles qui n'ont intéressé que l'expansion périphérique des nerfs (brûlures des premier et deuxième degrés), telles que celles qui sont accassionnées pas la combustion de l'hydrogène bicarboné (feu grisou). Les expériences physiologiques de M. Brown-Séquard[1] nous montrent que cette explication n'est pas seulement une vue de l'esprit.

Ce physiologiste produit sur des animaux, des brûlures étendues des membres inférieurs; il observe alors les con-

1. Brown-Séquard. Lectures on the central nervous system., p. 171.

gestions de l'intestin, du péritoine, des reins, de la vessie, etc. Il fait les mêmes brûlures sur des animaux semblables, mais après avoir divisé transversalement la moelle épinière à la région lombaire, et alors il remarque que les congestions viscérales ne se montrent que dans le rectum et la vessie, seuls organes dont les nerfs vaso-moteurs émergent du tronçon de la moelle qui peut seul recevoir les impressions faites sur les membres inférieurs.

C'est dans la même classe de phénomènes que l'on doit ranger les troubles de nutrition, à la suite de névralgies, (ou à la suite de névralgies intercostales ; érythèmes, Zona, pemphigus, à la suite de névralgies diverses) et qui dépendent de paralysies vasculaires plus ou moins circonscrites. Toutes les hypersécrétions morbides (hyperémies de M. Moneret) sont aussi d'ordre réflexe, ainsi l'épiphora à la suite de conjonctivite, de kératite, etc. Les changements de la mamelle reconnaissent pour cause une modification survenue dans l'utérus ou l'ovaire (menstruation, gestation).

Contractures vasculaires. — C'est à la contracture réflexe des vaisseaux que certains auteurs, surtout M. Brown-Séquard, ont accordé une grande importance pour l'explication de certaines paralysies. Il n'entre pas dans le plan de cette thèse de discuter ces opinions ; je me bornerai à citer les faits qui, d'après cet auteur, reconnaissent cette explication.

C'est, en effet, par l'anémie résultant de la contracture des vaisseaux de la rétine, et par l'arrêt de nutrition du cristallin, que M. Brown-Séquard explique l'amaurose, la cataracte, observées sous l'influence d'irritations sur les nerfs sensitifs (lésion du nerf frontal, amaurose abdominale des Allemands). Cette opinion a en sa faveur la facilité avec laquelle disparaît la paralysie, lorsque la cause qui l'a pro-

duite n'existe plus ; on trouve dans la science des cas nombreux d'amaurose et de paralysie des membres, guéries par l'expulsion de ténias ou d'ascarides lombricoïdes [1].

Les paraplégies et les paralysies appelées réflexes s'expliquent, d'après M. Brown-Séquard, par la contracture des vaisseaux de la pie-mère dans les portions de la moelle, d'où émergent les nerfs paralysés, d'où, anémie, perte de fonctions, en tous points comparable au phénomène physiologique observé à la suite des arrêts brusques de circulation dans la moelle épinière après la ligature de l'aorte.

Je renvoie au Traité de M. Brown-Séquard [2] pour la démonstration de la paralysie réflexe, ainsi que pour le diagnostic de cette paralysie. Je ferai seulement remarquer que, comme conséquence naturelle de l'explication qu'il a admise, il doit y avoir une diminution manifeste, sinon une privation absolue des mouvements réflexes dans les membres paralysés. Mais, toutes les paralysies réflexes doivent-elles reconnaître le même mécanisme, et sans invoquer la contracture des vaisseaux dans un point limité de la moelle, ne pourrait-on pas admettre une simple perte des fonctions excito-motrices dans cette portion de moelle incessamment excitée? Dans ces cas, alors, la paralysie ne serait pas brusque ; elle serait, au contraire, précédée de spasmes, de convulsions, ainsi qu'on l'observe dans quelques cas de paralysie faciale, survenant à la suite de névralgies du trijumeau, et qui sont précédées par le tic douloureux, véritable spasme réflexe causé par l'irritation périphérique. Il serait donc important de bien observer les phénomènes de début

1. Voir Davenne. Traité des entozoaires et des maladies vermineuses, 1859.

2. Leçon sur le diagnostic et le traitement des principales formes de paralysie des membres inférieurs, par le docteur Brown-Séquard, traduit de l'anglais par le Dr Richard-Gordon. Paris, 1864.

de la paralysie réflexe, et de savoir, avant de hasarder l'explication par contraction des vaisseaux de la pie-mère, si la paralysie a été précédée par les convulsions. Dans cette dernière hypothèse, une irritation sur l'intestin, produite par exemple par des entozoaires, déterminerait des convulsions, effet primitif, et amènerait ensuite la paralysie par perte du pouvoir excito-moteur de la moelle, par épuisement simple. Quel que soit mon respect pour l'opinion du savant physiologiste, il me paraît bien difficile d'admettre une contracture des vaisseaux de la moelle, persistant pendant des mois entiers, surtout si nous remarquons que, dans les expériences de Snellen, la dilatation des vaisseaux suivait de très-près la contracture réflexe (après 9 secondes), et dès lors on aurait une exaltation et non une diminution de la force excito-motrice de la moelle.

Des mouvements réflexes au point de vue du diagnostic et de la thérapeutique des paralysies. — Les mouvements réflexes sont d'une utilité incontestable pour le diagnostic des paralysies. Énergiques, et soumis à toutes les variations que j'ai indiquées dans la partie physiologique, dans les cas de myélite, compression de la moelle, hémorrhagie de la substance grise, au-dessus de l'origine des nerfs des membres ; ils sont, au contraire, peu apparents, sinon abolis dans les cas de paralysie réflexe, et disparaissent absolument lorsque, par l'extension de l'inflammation ou toute autre cause, la moelle a perdu complétement sa structure.

Les mouvements réflexes nous indiquent aussi si la paralysie est due à une lésion du cerveau, de la moelle, ou du nerf lui-même, et pour ce diagnostic différentiel, dont on doit la connaissance à Marshall-Hall, on pourra aussi se servir de la galvanisation et de la strychnine. Il est d'une grande importance, au point de vue du traitement, de savoir

si la paralysie est due à une interruption dans la continuité de la moelle, ou bien si elle est réflexe. Dans la paraplégie réflexe, il faut supprimer, autant que possible, l'excitation qui détermine la paraplégie, l'irritation dont elle n'est que le résultat, et réveiller ensuite les fonctions excito-motrices de la moelle au moyen des agents excitateurs directs, tels que la strychnine, la morphine, qui doivent au contraire être proscrits dans les cas de myélite, et ne sont d'aucune utilité lorsque la paraplégie est due à une destruction de la moelle. Dans les cas de congestion de la moelle, de myélite, insister sur les calmants directs, tels que la belladone, la jusquiame et même le chloroforme.

L'influence du décubitus est aussi très-remarquable: dans le premier cas (paraplégie réflexe), il faudra recommander le décubitus dorsal, qui, dans le second (myélite), serait plus nuisible qu'utile.

Je n'insisterai pas davantage sur ces applications à la pathologie; je me bornerai à faire remarquer en dernier lieu, que dans les convulsions réflexes, après avoir supprimé, si cela est possible, l'excitation déterminante, il faudra employer l'éther ou le chloroforme en inhalations faites à distance, ainsi que les ventouses appliquées sur la colonne vertébrale. On pourrait aussi, dans les cas de mobilité nerveuse excessive, sorte d'état d'excitabilité continuelle de la moelle, employer l'aconitine.

QUESTIONS

SUR

LES DIVERSES BRANCHES DES SCIENCES MÉDICALES

Physique. — De la composition des forces angulaires. — Parallélogramme des forces. — Exemples tirés des forces musculaires.

Chimie. — De l'azotate d'argent.

Pharmacie. — Quels sont les rapports et les différences qui existent dans la constitution chimique comparée des extraits et des matières qui les ont formés?

Histoire naturelle. — Caractère de la famille des magnoliacées.

Anatomie. — De la structure du foie.

Physiologie. — Des fonctions du nerf glosso-pharyngien.

Pathologie interne. — L'examen des organes par l'auscultation et la percussion conduit-il à des indications thérapeutiques?

Pathologie générale. — Des altérations que l'inflammation détermine dans les membranes séreuses.

Anatomie pathologique. — Des kystes acéphalocystes du foie.

Pathologie externe. — Des causes qui peuvent faire persister les signes de l'étranglement après l'opération de la hernie, et des moyens d'y remédier.

Accouchements. — Des soins que l'on doit donner à la femme pendant le travail de l'enfantement.

Thérapeutique. — De la composition des principales eaux minérales purgatives.

Médecine opératoire. — De l'opération de la fistule à l'anus.

Médecine légale. — Des appareils osseux et dentaires de l'homme, au point de vue de la détermination des âges.

Hygiène. — Des tempéraments dans leur rapport avec les différents climats.

Vu bon à imprimer.

GRISOLLE, Président.

Permis d'imprimer.

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,

A. MOURIER.

TABLE DES MATIÈRES.

HISTORIQUE.

DES MOUVEMENTS RÉFLEXES.

ACTION DES SUBSTANCES TOXIQUES SUR LA FORCE EXCITO-MOTRICE.

ACTIONS RÉFLEXES PATHOLOGIQUES.

FIN DE LA TABLE.

Paris. — Imprimerie de Pillet fils aîné, 5, rue des Grands-Augustins.